Verſuch
einer
Hiſtoriſchen Naturlehre
oder einer
allgemeinen und beſondern Geſchichte
der
cörperlichen Grundſtoffe.

Für Naturfreunde entworfen

von

D. A. J. G. C. Batſch.

Zweyter phyſicaliſcher Theil.

Mit ſechs Kupfertafeln.

HALLE,
bey Johann Jacob Gebauer.
1791.





Vorrede.

Bereits vor zehn Jahren hielt ich meinen Freunden besondre, und ein Jahr darauf meine ersten öffentlichen Vorlesungen, über die Grundlage dieses Entwurfes, den ich damals zugleich mit Naturgeschichte verband. Beides geschahe früher, als das Lehrbuch des seligen Karsten (*Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntnifs der Natur u. s. w. Halle 1783.*) erschien, ja ich hatte schon beträchtlich im ersten Theile dieser Schrift fortgearbeitet, ehe ich mich mit der Karstenschen bekandt machte. Da man überdem auch in diesem zweyten Theile sehen wird, dafs ein

eigner und vorher angelegter Plan, den ich weniger künstlich, als nach der Folge der Begebenheiten zu ordnen bemüht war, bey meiner Arbeit befolgt worden ist, so glaube ich von dem Vorwurfe, ich sey ein bloßer Nachahmer von Karsten gewesen, so wenig das auch im Grunde nachtheilig wäre, völlig befreyt zu seyn. Aber mehr als dieses erfreut mich der Vorgang des vortrefflichen Mannes, der diesen Bemühungen ein ungemein großes Gewicht ertheilt. Er war selbst Mathematiker, und, was ich nicht beurtheilen kann, nach der Meinung des Publicums, in keinem geringen Grade; gleichwol begab er sich dieser Ehre freywillig, um ein reineres und allgemeiner interessirendes System der Naturlehre aufzustellen, wo der besondre, und, ich sollte meinen, sehr achtungswerthe Zweck erreicht würde, ohne die allgemeinern, für ihn jetzt unnützen Mittel anzuwenden, und eine vortreffliche Sache am unrechten Orte anzubringen, wo sie für keinen genugthuend ist.

Andre Nationen hatten schon länger geistvolle Geschichtbücher, die nicht den Staatsmann, und den Professionsgelehrten, vielleicht diese am wenigsten, aber alle etwas gebildete Menschen interessirten, sie zu edeln Gefühlen erhoben, und die Folgen der Handlungen, oder ihren Lohn, unwidersprechlich,

und

und für jeden zu eigner Anwendung, mit wahren und lebendigen Farben mahlen; seit einiger Zeit haben auch wir die Hoffnung, mehrere dieser vortrefflichen, für die Menschheit verdienstlichen Arbeiten von Männern unsrer Nation, und vielleicht noch zum Vergnügen der spätesten Zeiten, ausgebildet zu sehen. Durch Werke dieser Art wird erst der grössere Theil der Menschen, um dessen willen doch nur die kleinere Anzahl seiner Diener oder Regenten nothwendig wurde, über den bisherigen Gang der Dinge auf eine für ihn brauchbare Weise belehrt, neue Ideen werden erregt, durch eine lange Zeit verglichen, und zuletzt zu dem Range überallgültiger Meinungen erhoben, die, je nachdem die Umstände sind, stürmend oder bedachtsam, diesen oder jenen Mangel auf die Seite bringen, an dem die Menschheit Jahrhunderte oder Jahrtausende lang, und — mit wirklicher Zurücksetzung ihrer Kräfte — kränkelte. Sollte wol dieser letzte, schönste Zweck erreicht werden, wenn man jene Werke mit diplomatischen und andern Critiken durchflechten, die eigentlichen Leser derselben fruchtlos ermüden, und dem gelehrten Forscher, der die Vorarbeiten zu diesem und noch mehrern Zwecken besorgt, immer etwas für ihn unzulängliches liefern wollte? — Oder sollte es gar schicklich seyn, weil sich dieser Grad von Gründlich-

keit, oder diese Vermengung, mit jenen Arbeiten nicht vertrüge, sie schlechterdings für unzuläſſig zu erklären, und ins künftige die Geſchichtskenntniſs nur denen zu überlaſſen, die ſich mit ihren erſten Quellen beſchäfftigen, und bey den letzten Reſultaten, beym allgemeinſten Zuſammenhange, dieſer Mühe nie vergeſſen, und nie für andre als für gleiche Kenner befriedigend arbeiten könnten?

Ich bin weit entfernt, alles, was ich hier zu nothwendiger Vergleichung von der menſchlichen Geſchichte geſagt habe, auch auf die Geſchichte der Natur, auf Naturlehre, und insbeſondre auf dieſen Verſuch anwenden zu wollen. Ob ich gleich die Hoffnung habe, künftig noch bey mehrerer Bearbeitung überzeugender und eindrücklicher ſprechen zu können, als in dieſem matten Entwurfe, wo mich ſchon die erſte Zuſammenſtellung hinlänglich beſchäfftigte, ſo muſs ich doch auch zugeben, daſs der Menſch immer durch den Menſchen mehr hingeriſſen wird, als durch die Natur. Und das iſt ſehr billig. In der Geſchichte des Menſchen ſieht jeder ſich ſelbſt im Spiegel, geht von ſeinen Empfindungen aus, und beurtheilt alles, was geſchehen iſt, als ihre Modification. Die Gedanken, die ſich bey ihm entwickelt haben, trägt er nun in ſein wirkliches Leben über, Lei-

Leidenschaft und Ueberlegung beschäfftigen ihn unaufhörlich. Mit der Naturkenntniſs iſt es ganz anders. Sie wirkt für ſich, und würde es thun, wenn keine Menſchen in ihr vorhanden wären, alles, woraus ſie beurtheilt werden kann, iſt ein Werk einer fremden Abſtraction; ſie ſcheint mannigfaltig zu wirken, aber im Grunde iſt das ein ewiger Cirkel, in deſſen ungeheurer Peripherie alle Menſchengeſchichte verſchwindet.

So wird die Zahl der denkenden Naturfreunde immer geringer ſeyn müſſen, als die der Geſchichtsfreunde; weniger Perſonen werden ſich in einer dem menſchlichen Empfinden ſo fremden Welt anbauen, weniger ſich in dieſem erhabenen, ewig gleichen, und nur durch eine abgeſonderte Geiſteswirkung genoſsnen Wohnplatze wohl befinden. Aber dieſer Genuſs iſt groſs, und in ſeiner Würde unendlich feſſelnd; er theilt ſie der Seele mit, und Denken und Handeln zeigen davon mehrere wohlthätige Folgen. Auch dieſe geläuterte allgemeiner gemachte, und — zu Hauptreſultaten angewendete — Kenntniſs, geht neben der ebenmäſsig behandelten menſchlichen Geſchichte; auch durch ſie werden die ſchädlichen Auswüchſe des Irrthums beſchnitten, der Baum des Wahren und Nothwendigen wächſt freudiger empor,

 brei-

breitet ſeine Schatten über die Menſchheit, und dieſe erhebt ſich unter ihm, ohne durch ihn zu fallen.

Die Ordnung, welche andre Lehrbücher beobachteten, habe ich, nach meiner Abſicht, nothwendig gerade umgekehrt, und überhaupt mich nur bis zu einer meinem Zwecke ſchicklichen Grenze gewagt. Immer hab ich mich beym weitern Fortgange auf dagewefene Erfahrungen zu ſtützen geſucht. Nur wenige allgemeinere Ausſichten über Kraft und Naturthätigkeit habe ich im letzten §. aufgeſtellt, da dieſes ſonſt gewöhnlich das erſte zu ſeyn pflegt; dieſe Vergleichungen fanden nicht ſtatt, wenn wir uns nicht mit den Erſcheinungen der Naturkräfte bekandt gemacht hätten; dieſe ſetzten zu ihrer Beurtheilung nicht wenig chemiſche Kenntniſſe voraus, und ſelbſt dieſe letztern konnten in ſo eine Ordnung geſtellt werden, daſs einige ſpätere Lehren durch frühere erläutert wurden. Auf dieſe Art entſtand die Ordnung meiner Schrift.

Bey alledem waren Anticipationen unvermeidlich, die Natur geht in einem ewigen Cirkel, und ſo auch ihre Kenntniſs; aber der menſchliche Geiſt geht Schritt vor Schritt, ehe er jenen Cirkel begreift.

Eine

Eine Vorausſchickung der Begriffe wäre wider den Hauptplan geweſen, und das Regiſter kann bey eintretenden Fällen über die noch unerklärten Dinge Auskunft geben.

So wenig als dieſes Buch zu einem fortgehenden Leſen geſchrieben wurde, ſo wenig iſt es auch für Leſer beſtimmt, die keine Luſt haben ſelbſt zu vergleichen, zu prüfen, und mit einiger Anſtrengung ſich den Zuſammenhang der Sätze eigen zu machen. Wenn gleich eine erſte Bearbeitung immer beträchtlich mangelhaft ſeyn muſs, ſo hab ich doch ſchon verſchiedne angenehme Erfahrungen gemacht, daſs meine Wünſche in Anſehung des letztern Umſtandes ſehr wohl erfüllt werden könnten. Ich habe für eine mittlere Claſſe unter den gebildeten Menſchen geſchrieben; weder für ſolche, die keine Erweiterung ihrer Kenntniſſe brauchen können, die ihnen nicht mit Schimmer, Funkenſprühen und lautem Schalle dargebracht wird; und wieder nicht für ſolche, die durch beſondre Fähigkeiten und Umſtände bis zur Mitte des wiſſenſchaftlichen Feldes gelangten, und nur durch die allgemeinſten Abſtractionen beſchäfftigt werden. Suum cuique.

Es ist schwer, ja vielleicht unmöglich, bey der ersten Aufstellung und Ordnung eines Heers von Gegenständen, deren wechselseitige Beziehung die Hauptsache ist, nicht einen oder den andern Einzelnen in der Menge zu übersehen. Ich kann mich davon nicht frey sprechen, und diese Schrift ist, so wie meine übrigen, nach meiner vollen Ueberzeugung, nichts als Versuch. Sollte ich das Glück haben, mehrere Auflagen meiner Schriften zu erleben, so würde eine jede zeigen, wie wenig Werth ich meinen Gedanken, und wie vielen ich der Natur der Dinge zueignete. Jena, am 12. May 1791.

XXIV.

S c h w e r e.

Inhalt.

Fall der Cörper (§. 168.), Fortdauernder Druck der Schwere (§. 169.), Verticallinie des Falls (§. 170.), Urſache der Schwere (§. 171.); Beſchleunigung des Falls (§. 172.), ſcheinbare Verticallinie (§. 173.) und Abänderung deſſelben (§. 174.), Wirkung der Schwere auf ſeitwärts geworfne Cörper (§. 175.); Gleichgewicht ähnlicher (§. 176.) und unähnlicher Flüſſigkeiten (§. 177.); Verhältniſs der letztern bey Vermiſchung (§. 178.), Schwimmen feſter Cörper, welche leichter (§. 179.), oder ſchwerer ſind, als die Flüſſigkeit (§. 180.), Waſſerprobe (§ 181.); aufgehängte (§. 182.), unterſtützte (§. 183.), und ſeitwärts fallende Cörper (§. 184.), Hebel (§. 185.), Verhältniſs der Entfernung zum Gewicht in demſelben (§. 186.), Räder und Rollen (§. 187.), ſchiefe Flächen (§. 188.), verbundene Hebel (§. 189.), Veränderung der Schwere (§. 190.), und ihr Einfluſs im Reiche der Natur (§. 191.).

§. 168.

Alle Cörper, einige dampf- und luftartige ausgenommen, werden, wenn ſie keine Hinderung antreffen, abwärts nach dem Erdboden getrieben.

a) Jeder *feſte* Cörper, der weder auf einem ruhenden liegt, noch an einem ſolchen hängt, wird mit Gewalt *ſo lange abwärts bewegt*, bis er unter einen von dieſen Umſtänden kommt, worauf er ſelbſt ruhig wird.

b) *Flüſſige* Cörper zeigen unter denſelben Umſtänden eine ähnliche Erſcheinung, nur mit dem Unterſchiede, das bey dem Anhängen und Stützen der Zuſammenhang der flüſſigen Theile ins Spiel kommt, und einige Nebenerſcheinungen giebt.

c) Selbſt *luftartige* Cörper, wie z. B. die Luftſäure (§. 72. g.), ſinken wie Flüſſigkeiten, wenn ſie gleich keiner Anhängung fähig ſind, da ihnen die Tropfbarkeit fehlt.

d) Von der Erde *weggeworfne* feſte, oder weggeſpritzte flüſſige Cörper, werden erſt in ihrem Gange gehindert, und zuletzt mit vermehrter Gewalt *zurückgetrieben.*

e) Wenn einige luftartige oder feſte Cörper, wie die brennbare Luft, der Rauch, der Waſſerdampf, die Luftballons, die Racketen, und alle ſchwimmende Cörper, ſich in einer *gerade umgekehrten Richtung von der Erde wegbewegen*, ſo rühren alle dieſe Erſcheinungen vielmehr von dem Drucke gegen die Erde ſelbſt her, als daſs ſie ihm widerſprechen ſollten.

f) Der Weg, den ein nach der Erde getriebner oder fallender Cörper durchgeht, iſt eine *gerade Linie.* Mehrere nebeneinander fallende Cörper bilden auf ihrem Wege gerade Parallelen, und von demſelbigen Puncte, aus welchem ein Cörper das erſte mal fiel, wird er jederzeit auch auf den nemlichen Punct treffen, den er zuerſt, unter übrigens gleichen Umſtänden, erreichte. Können Cörper gerade in der Linie des Falles aufwärts geworfen werden, ſo kommen ſie genau zu dem Puncte zurück, von welchem ſie ausgingen.

g) Zu-

g) Zuweilen wird diese *gerade Linie verändert,* aber es ergiebt sich leicht bey Betrachtung der Umstände, dafs alsdenn entweder noch andre Naturkräfte hinzukommen, oder die gegenwärtige blos auf eine täuschende Art zu einer andern Richtung modificirt worden ist.

h) Dasselbe gilt auch von der *ungleichen Schnelligkeit,* mit welcher selbst gleichgrofse Cörper nach der Erde getrieben werden, oder die bey einerley Cörpern unter veränderten Umständen bemerkt wird.

§. 169.

Die beständige Fortdauer jenes Triebes äufsert sich selbst bey ruhenden Cörpern durch sichtbare Eindrücke auf weichen, und durch das Gefühl auf empfindenden Cörpern.

a) Steine, welche im Anfang frey auf der Erde liegen, *sinken mit der Zeit tiefer* in dieselbe, ohne dafs sie von aufsen wäre angehäuft worden. Auf Harzmassen, die auf einmal selbst einem starken Drucke des Fingernagels widerstehen, sieht man nach und nach tiefe Eindrücke von Haaren und Fäden, deren Gewicht äufserst unbeträchtlich ist, und welche durch keine äufsere Ursache bey gleicher Festigkeit der Masse niedergedruckt wurden.

b) Jeder empfindende thierische Theil, am stärksten jeder verlängerte an seinem äufsersten Ende, erhält einen eignen Eindruck, ein *Gefühl von einer drückenden Kraft*, welche die Schwere, oder richtiger, das *Gewicht* des Cörpers genennt wird.

c) Dieses Gefühl ist sehr ungleich, mehr oder weniger lastend, und das Gewicht der Cörper hiernach gröfser, oder kleiner. Man beurtheilt es

nach den gleichen Gröſsen, unter welchen der eine Cörper ſtärker drücken kann, als der andre, und ſagt denn, daſs jener *ſchwerer ſey*, und mehr Gewicht habe *als der letzte.*

d) Wäre die thieriſche Empfindung, Vorſtellung, und Beurtheilung nicht ſo mannigfaltig verſchieden, und zum Theil für feine Abſtufungen unzulänglich, ſo würde man dieſes *relative* oder *ſpecifiſche Gewicht* der Cörper gegen einander durch ſie beſtimmen können; ſo aber iſt man genöthigt, Werkzeuge zu brauchen, die durch gleichförmige Naturkräfte getrieben werden, und für ihre feinere Einwirkungen empfänglich ſind..

e) Jenes relative Gewicht gründet ſich auf ein wirkliches Verhältniſs derjenigen *cörperlichen Theile*, auf welche der Druck zu wirken vermag. Wenn *in einerley Umfange mehrere* derſelben angehäuft ſind, ſo wird auch eine ſtärkere Einwirkung des Druckes geſchehen müſſen, als bey einem Cörper, der weniger enthält.

f) Es äuſsert ſich dieſes Verhältniſs der Druckkraft nicht nur gegen das Gefühl, ſondern auch beym Fall, unter denen auf der bewohnbaren Erdfläche gewöhnlichen Umſtänden, ſelbſt in der Flüſſigkeit der Luft. Der Cörper, welcher das Gefühl des Druckes ſtärker hervorbrachte, wird *auch ſchneller fallen*, indem er in gleichen Zeiträumen den Widerſtand, den ihm die Lufttheile thun, ſtärker überwindet.

g) So bald dieſer Widerſtand ſo gemindert wird, daſs er für uns unmerklich wird, wie unter der Glocke der Luftpumpe, ſo wirkt der Druck blos auf die Theile der Cörper, und ſelbſt die ungleichſten *fallen mit gleicher Schnelligkeit* zu Boden.

den. Diese Aeusserung der Schwere nennt man das *absolute Gewicht* der Cörper, im Gegensatz des relativen.

h) Auch dieses absolute Gewicht bestimmen wir durch Werkzeuge, die wir ebenfalls *Waagen* nennen, und wodurch zugleich das relative Gewicht bestimmt werden könnte, wenn die Cörper, die wir vergleichen wollen, gleichgrofs wären. Die Mehrheit der auf einmal druckenden Theile wird nothwendig nach einer willkührlich angenommnen Einheit bestimmt.

§. 170.

Die Linie des Falles macht mit der Horizontallinie einen rechten Winkel, und zeigt die Richtung der druckenden Kraft gegen den Mittelpunct des Planeten.

a) Die *horizontale Linie*, die auch die *wasserrechte* genennt wird, kann erst im folgenden genauer erläutert werden; sie ist diejenige Linie, welche sich nirgend unter einem Winkel über die Erdfläche erhebt. Ueber ihr können sich Linien, die mit dem einen Ende sie berühren, mit dem andern Ende in immer gröfsern Winkeln erheben, bis die Winkel zu ihren beiden Seiten vollkommen gleich sind. Eine so mit gleichen Winkeln auf der horizontalen stehende Linie, wird die *Verticallinie* genennt.

b) Die *Linie des Falls* ist für den Augenschein *eine solche Verticallinie*, und wenn man sie durch Anhängung des schweren Cörpers an einen Faden dauernd sichtbar macht, so läfst sie sich mit völliger Richtigkeit bezeichnen und anwenden. Man nennt sie daher die *senkrechte* Linie.

c) Die *Linie des Aufſteigens* verſchiedner Cörper (§. 168. e.) iſt oft nicht weniger eine eben ſo genaue verticale, als die Linie des Falls, da ſie von einerley Urſache hervorgebracht wird. Umſtände ändern ſie eben ſo, wie die Falllinie.

d) Auf dem ganzen Planeten ſieht man dieſelben Erfolge der Schwere, und dieſelbe Richtung der Linien des Falles. Da aber die Erde ein Kugelcörper iſt, ſo läſst ſich auf keinem Puncte ihrer Oberfläche eine ſenkrechte Linie, oder eine *nirgends geneigte aufrechte Linie* gedenken, als eine ſolche, *die nach dem Mittelpuncte der Kugel geht.*

e) Alle dieſe Linien müſſen nothwendig ſich gegeneinander in einer ſtrahlenden Stellung befinden, und je *weiter über der Erde*, je mehr *von einander abweichen;* da wir aber weder im Stande ſind, eine hierzu hinlängliche Höhe, noch eine zureichende Weite zu überſehen, ſo ſind die Falllinien auf der Oberfläche der Erde *unmerklich abweichend*, und für uns Parallelen.

f) Sie ſtehen blos in *Beziehung auf den Mittelpunct des Planeten* ſelbſt, und können, für ſich betrachtet, ſelbſt auf den gröſsten Hervorragungen deſſelben, zu keiner beſondern Centralrichtung verleitet werden.

§. 171.

Der Weg, den freye Cörper auf der Erdoberfläche nach dem Mittelpuncte dieſes Planeten nehmen, ſcheint einen dahin gehenden Strom anzuzeigen, deſſen Urſache aber unbekandt iſt.

a) Die Bewegung flüſſiger Cörper, des Waſſers, der Luft u. ſ. w. nach einer gewiſſen Richtung, nennen wir einen *Strom*, und ſehen, daſs feſte, mit der Stärke des Stromes im Verhältniſs ſtehende

hende Cörper, durch ihn in der nemlichen Richtung fortgerissen werden, selbst wenn der Strom nur in einem Theile der Flüssigkeit entsteht, und also nicht deutlich zu unterscheiden ist.

b) Der *Fall* der Cörper hat eine grofse *Aehnlichkeit mit einem* solchen *unsichtbaren*, und doch *wirksamen Strome.* Wenn sich auch seine Gegenwart nicht wirklich beweisen läfst, so ist sie doch wahrscheinlich, und nicht schlechterdings mit den übrigen Erscheinungen unverträglich. Auch die Unbekandtheit des Flüssigen, das den Strom bilden sollte, und so fein seyn müfste, da es von keinem Cörper an seiner Einwirkung und Durchdringung gehindert würde, giebt keinen starken Einwurf, wenn wir nur die Durchdringungskraft der Wärme und des Lichtes damit vergleichen.

c) Die *Feinheit dieser Flüssigkeit*, und ihr Unterschied von den gröberen, zeigt sich deutlich in dem Umstande, dafs der Stofs ihres Stromes nicht mit der Oberfläche, sondern mit der Anzahl der Theile des Cörpers im Verhältnifs steht (§. 169. f. g.).

d) Als *Wirbel* läfst sich der Strom *auf keine Weise* gedenken, die Bewegung der Erde kann seine Ursache nicht seyn. Weder bey der Annahme eines einfachen Wirbels um die Axe, noch mehrerer, die ohnehin nicht wahrscheinlich zu machen wären, läfst sich eine Richtung darstellen, die mit der wirklichen des Falles übereinkäme.

e) Die *Ursache des Stromes* könnte vielleicht in einer anziehenden Kraft der Erde liegen, oder es könnte *gar kein Strom* vorhanden, und die Neigung nach dem Mittelpuncte der Erde eine den

Cörpern wesentliche Eigenschaft seyn; wir wissen das alles nicht. Aber da wir eine Menge von Erscheinungen, die einer Anziehung ähnlich sehen, durch einen Druck bewirken können, wir eine minderdeutliche Vorstellung von anziehender Kraft haben, und das in einem so ungleich grössern Raume vertheilte Planetensystem ein ähnliches Centralverhältniss seiner Cörper zeigt: so ist es unsern Vorstellungen und Kenntnissen gemässer, eine *allgemeinere ausserhalb der Erde* und ihren Cörpern *befindliche Kraft* anzunehmen, die die letztern in einem feinen aber um so mächtigern Strome an die erstere anhänglich macht.

§. 172.

Die Bewegung des nach der Erde getriebnen Cörpers wird um so mehr in der Zeitfolge beschleunigt, je länger der Weg ist, den sie zu durchlaufen hat.

a) Die Schwere ist ein immer fortdauernder Druck (§. 169.), hingegen die Kraft des Wurfes gegen die Schwere ist nur einen Augenblick wirksam. Es ist also nothwendig, dass die *Einwirkung des Wurfes immer mehr von der dauernden Kraft der Schwere geschwächt,* und zuletzt getilgt werden muss.

b) Ganz anders verhält es sich bey dem Fall; hier wird die *Kraft der Schwere,* da ihr nichts ungleich stärker entgegenwirkt, *wegen ihrer Fortdauer vermehrt,* sie drückt in jedem folgenden Zeitraume stärker, und die Bewegungsräume werden in der Folge bey gleichen Zeiträumen grösser.

c) Die

c) Die *Urſache dieſer Beſchleunigung* liegt nicht in der Annäherung zur Erde, ſondern *blos in der* bemerkten *Fortdauer* der äuſsern Kraft. Ein beſtimmter Cörper fällt in einem gewiſſen Zeitraume mit einer beſtimmten Geſchwindigkeit, die in den folgenden Zeiträumen beſtimmt vermehrt wird; er zeigt dieſes Verhältniſs der Beſchleunigung, ſein Fall mag näher oder entfernter von der Erde ſeinen Anfang nehmen.

d) Nur die Geſchwindigkeit des Falles, oder die *Stärke der Schwere überhaupt*, nicht ihre progreſſive Beſchleunigung, *wird in beträchtlichen Höhen* über der Erde *verändert*; dieſe Verſchiedenheit ſcheint der Vorſtellung von einem wirkenden, ſelbſt beſchleunigten, Strome nicht zu widerſprechen, und vielleicht ſteht die geringere Beſchleunigung mit der Feinheit dieſes Stromes im Verhältniſs. An tiefern, dem Mittelpuncte der Erde näheren Stellen, wie am Meeresufer, und, gegen das Ganze der Erde, in den Polargegenden, iſt die Schwere gröſser, als an entfernten, wie unter dem Aequator, und auf den höchſten Gebirgen.

e) Nach eben ſo feinen Verſuchen, mit Hülfe des nemlichen Werkzeugs, des Penduls, das wir bald betrachten werden, hat man auch den *Raum* beſtimmt, *den ein fallender Cörper in der erſten Secunde durchläuft*, und die *Vergröſserung deſſelben in den folgenden.* In der erſten Secunde fällt ein Cörper zu einer Tiefe von $15\frac{5}{8}$ rheinländiſchen Füſsen, in zwey Secunden viermal, in dreyen neunmal, in vier Secunden ſechszehnmal ſo tief u. ſ. w. ſo daſs die Secundenzahl des ganzen Falles, mit ſich ſelbſt multiplicirt, die Vielfachheit des erſten Secundenraumes, wel-

che auf dem Wege beendigt worden ist, und zugleich die progreſſive Beſchleunigung anzeigt.

f) *In derſelben Fortſchreitung*, welche die Beſchleunigung des Falles beſtimmt, *wird*, nur im umgekehrten Verhältniſſe, *das Aufſteigen der Cörper vermindert.* Die Räume und die Zeiten der geworfenen Cörper ſind denen der fallenden gleich, nur mit dem Unterſchiede, daſs bey jenen die gröſste Schnelligkeit anfängt, bey dieſen hingegen endigt. Ein Cörper, der von dem Wurfe bis zum höchſten Steigen, von wo er wieder zurückgedrückt wird, ſechs Secunden zubringt, durchläuft gerade denſelben Raum, den er bey einer gleichen Zeit des Falles würde durchwandert haben.

g) *Dieſe Gleichheit des Steigens und Fallens wird in dem Pendul* vereinigt. Wenn eine Linie von einem Puncte herabhängt, aber um denſelben beweglich, am andern freyen mit einem ſchwerern Cörper verbunden iſt, ſo erhält ſie dieſen Namen. Das mathematiſche Pendul iſt ideal, und eine wirkliche Linie, das phyſiſche aber iſt das cörperliche, an dem die Linie immer auch eine nothwendige Dicke beſitzt. Wird das freye ſchwere Ende ſeitwärts in einer Entfernung von der niedrigſten ruhigen Lage erhoben, und frey gelaſſen, ſo fällt der ſchwere Cörper mit vermehrter Geſchwindigkeit abwärts gegen den niedrigſten Punct, aber in einer Bogenlinie, da er ſich von dem Bewegungspuncte nicht trennen kann; nun findet er zwar ein vollkommnes Hinderniſs tiefer zu gehen, da aber die Kraft des angefangnen Falles nicht getilgt, und blos nach unten gehindert iſt, ſo ſteigt der Cörper in derſelben Bogenlinie auf der andern Seite, und zu

der

der nemlichen Entfernung in die Höhe. Der Widerftand der Luft vermindert nach und nach die Schwingungen des Penduls, aber es gefchieht weniger, wenn die Pendullinie gegen den Bogen der Schwingung kein zu kleines Verhältnifs hat, und fo wird der Pendul ein Werkzeug zu feinen Meffungen der Zeit.

h) Das *Steigen* folcher Cörper, die in fich felbft eine länger dauernde Urfache deffelben befitzen, oder fie in auf einander folgenden Zeiträumen erneuern, wie die Racketen und Luftballons, können nicht fo wie geworfne Cörper angefehen werden.

§. 173.

Die Bewegung der Cörper von der Erde weg, und zu derfelben zurück, ift, wegen der eignen Bewegung der Erde, nicht vollkommen geradlinig.

a) Wenn eine fchlüpfrige Kugel zwifchen zwey Fingern, von dem einen fchief nach der einen, vom zweyten fchief nach der andern Seite gedrückt wird, zwifchen beiden aber entweichen kann, fo wird fie den *geraden Weg* durchlaufen, der *zwifchen* den *beiden Richtungen der fchiefen Drucke* mitten inne fteht.

b) Wenn jemand auf einem fich gleichförmig horizontal bewegenden Cörper, einem Pferde, Schiffe u. d. einen Cörper fenkrecht in die Höhe wirft, fo wird diefem Cörper keine vollkommen fenkrechte Bewegung, fondern *eine fchiefe* mitgetheilt, die *zwifchen der horizontalen und fenkrechten* nach dem Verhältnifs die Mitte hält, nach welchem beide Kräfte einander mehr oder weniger gleich find. Durch diefe wirkliche Schiefe kommt aber gleichwol der geworfne Cörper in

keine

keine fcheinbare Schiefe gegen den Punct, von dem der Wurf ausging, und bey gleichförmiger Bewegung des letztern trifft der geworfene Cörper wieder auf denfelben, wie auch für fich, ohne die Bewegung, bey einem verticalen Wurfe würde gefchehen feyn.

c) Wäre die auffteigende Linie und die des Falls eine Centrallinie im ftrengften Sinne, fo würde eine Haupterfcheinung des Falles, das eben bemerkte Zurückfallen auf den nemlichen Punct (§. 168. f.), unmöglich erfolgen können. Denn *jeder Punct der Endoberfläche entfernt fich* bey der eignen Umwälzung des Planeten *in jedem Zeitraum von feiner wahren Stelle,* und macht dadurch, dafs fowol die Linie des Steigens, als die des Fallens, wenn fie vollkommen gerade und fenkrecht (170. d.) wäre, von dem Puncte, von welchem die Bewegung anfing, abgerückt werden müfste.

d) Bey jedem *fchiefauffteigenden Wurfe* fehen wir, dafs die Schiefe nach und nach bogenförmig wird, und der Cörper auf der andern Seite *mit einem ähnlichen Bogen herabfällt,* indem hier die Wirkung des Wurfes nicht erft am höchften Puncte vernichtet wird, fondern felbft noch beym Herabfallen als eine zweyte Kraft (§. 173. a.) mit ins Spiel kommt.

e) *Diefelbe Bogenlinie* müffen wir uns alfo auch bey dem uns vertical fcheinenden Wurf und Fall auf der Erde gedenken, wenn fie gleich *unmerklich* ift, da wir zugleich mit diefem Cörper der allgemeinen Bewegung unfers Planeten folgen.

§. 174.

§. 174.

Der Fall der Cörper wird durch zufällige Umstände in seiner Richtung und Schnelligkeit verändert.

a) Der Fall und seine Beschleunigung ist zwar in verschiednen Flüssigkeiten denselben Gesetzen unterworfen, aber die *Geschwindigkeit überhaupt* (§. 172. e.) *ist grösser* in feinern, geringer in dichtern Flüssigkeiten. So geschieht der Fall und die Pendulschwingung von einerley Cörper in letztern langsamer, als in erstern.

b) *Flüssige tropfbare Cörper*, wenn sie in der Luft zu beträchtlichen Höhen steigen, oder zu beträchtlichen Tiefen fallen, leiden so viel von dem *Widerstande der Luft*, dass sie dabey in so feine Theile zerstreut werden, die keines verticalen Falles fähig sind, und, indem sie von der Luft getragen werden, den Bewegungen dieser letztern folgen.

c) Auch *feste Cörper* können *durch ihre Bildung* an dem Falle, oder seiner Schnelligkeit, *gehindert* werden, welche sie bey einer andern Bildung gezeigt hätten, indem der Widerstand der Flüssigkeit gegen jeden Punct des schweren Cörpers stärker ist, als sein Druck. Ein schwerer schnellfallender Cörper, wie das Gold, fällt langsam und schaukelnd in der Luft, wenn es in eine sehr dünne Fläche ausgebreitet ist; ein unten hohler Fallschirm fällt mit einer gemässigten und gleichern Bewegung; und dünne hohle Metallcörper werden von einer tropfbaren Flüssigkeit getragen, in der sie, bey mehr zusammengedrängten Theilen, sicher gesunken wären. Mehreres hiervon beym Schwimmen (§. 180.).

§. 175.

Seitwärts geworfne Cörper werden einen Weg nehmen, der durch die Kraft des Wurfes und der Schwere, nebst der Beschleunigung der letztern bestimmt wird.

a) Ein *senkrecht aufwärts geworfner Cörper* wird, wenn sein Steigen aufhört, in derselben Linie von der Schwere zurückgedruckt. Ein *seitwärts geworfner* hingegen erhält beständig von oben einen Seitendruck durch die Schwere, welche seine von dem nur einmal wirksamen Wurfe erhaltne Richtung abändert. Es entsteht eine zwischen zwey Stösen diagonal gehende Forttreibung (§. 173. a.).

b) Wird der Cörper *in einer Horizontalrichtung fortgeschleudert*, so weicht er in seinem Laufe mit jedem Zeitraume von dieser Richtung ab; mit jedem folgenden Zeitraume nähert er sich mehr der Verticallinie des Falls, und beschreibt dadurch *eine Bogenlinie*, die stärker gekrümmt ist, je schwächer, und weniger gekrümmt ist, je stärker die seitwärts treibende Kraft gewesen war.

c) Nicht allein die Entfernung von der Horizontlinie, sondern auch die Schnelligkeit des Falls wird mit jedem folgenden Zeitraume vergrössert. *Die Zeit des Falles einer seitwärts geworfnen, und die eines gerade herabstürzenden Cörpers ist von einerley Höhe* bey dem nemlichen Cörper *dieselbe*, ungeachtet der wirklich verschiedenen Länge des Weges. Die fortdauernde Einwirkung der Schwere wird also in ihren Verhältnissen durch die augenblickliche Einwirkung eines seitwärts gehenden Stosses nicht verändert.

d) Ein

d) Ein *ſchief in die Höhe geworfner Cörper* weicht eben ſo in einer Bogenlinie von der Richtung des Stoſses ab, ſo lange die Kraft des Wurfes ſtärker iſt, als die Kraft der Schwere; ſobald aber das Gegentheil eintritt, *fällt* er *auf der andern Seite mit einem ähnlichen Bogen herunter.* In beiden Fällen wirken zwey Kräfte ſchief gegen einander, nur mit abwechſelndem Verhältniſs.

e) So, wie die *Verſchiedenheit der Flüſſigkeit* ſchon den einfachen ſenkrechten Fall verändert (§. 174. a.), ſo geſchieht es auch bey dem ſeitwärts gehenden Stoſse. Eine ſchief ins Waſſer geſchoſsne Kugel neigt ſich bey ihrem Falle weniger zur Verticallinie, als ſie es, nach obigem, in der Luft würde gethan haben.

§. 176.

Gleichartige Flüſſigkeiten kommen nicht eher zur Ruhe, als bis kein Theil der Oberfläche ſtärker drückt, als der andre.

a) *Flüſſigkeiten* ſind, wie bekannt, die *nachgiebigſten Cörper*, die jedem Drucke weniger, als die feſten, widerſtehen, und ſich am leichteſten trennen laſſen. So nachgiebig, wie ſie gegen feſte Cörper ſind, ſind ſie *auch ſelbſt gegen ihre eignen Theile.* Wenn zu einer Flüſſigkeit, die ſchon in Ruhe iſt, neue Theile derſelben gebracht werden, die auf die vorigen durch ihre Schwere preſſen, ſo werden die vorhandnen Theile ſo weit zur Seite ausweichen, als es ihnen möglich iſt.

b) In einer ruhenden Menge von Flüſſigkeit müſſen wir uns lauter dichtſtehende, *dem Druck der Schwere gerade entgegengeſetzte Reihen von*

Theil-

Theilchen vorſtellen, wovon nicht nur in jeder Säule oder Reihe der unterſte Theil den zweyten, dieſer den dritten, und ſo fort, bis zum oberſten unterſtützt, ſondern wo auch *jede Säule von den an ſie anſchlieſsenden,* und zuletzt von den Wänden des Gefäſses oder Raumes *gehalten wird,* das bey dem Druck der Schwere keine Gelegenheit zum Ausweichen der Flüſſigkeit übrig bleibt.

c) Denken wir uns, daſs auf eine, oder mehrere dieſer gleichſtarkgedrückten, unterſtützten und gehaltnen Säulen, eine Menge derſelben Flüſſigkeit gebracht würde, ſo müſste nothwendig die *Schwere auf dieſe, an Umfang und Maſſe vermehrten Säulen ſtärker drücken, als auf die nebenſtehenden,* dieſe würden der ſtärkern Gewalt ausweichen (§. 176. a.), welches aber nirgends hin, als nach oben, geſchehen könnte. Wäre die Gewalt, mit welcher die neuen Theile hinzugebracht würden, ſo groſs, daſs ſich die vorhandnen Säulen höher heben müſsten, ſo kämen ſie nun gerade in das Verhältniſs, in dem vorher die hinzugebrachte Menge war. Iſt der Stoſs ſtärker, ſo wird das Steigen und Fallen, wie beym Pendul, mehrmal abwechſeln, bey einer ſanftern Vermehrung aber werden die Nebenſäulen nur ſo hoch ſteigen, bis ſie mit der ſinkenden Säule einerley Höhe haben, und einerley Druck erleiden.

d) *Dieſe gleiche Höhe hat* nicht auf die Grundfläche des Raumes, ſondern *auf den Planeten ſelbſt ihre eigentliche Beziehung,* und wird durch eine zuſammenhängende Fläche beſtimmt, ohne Rückſicht auf die Ungleichheit der Bodenfläche, welche die Säulen unterſtützt. Der geringe Zuſammenhang der

der Flüſſigkeit geſtattet ihr nicht, freyſtehende, ſondern blos denkbare, von andern eingepreſste Säulen zu bilden, und jede Menge von Flüſſigkeit, die als Theil einer ganzen Maſſe höher, als das übrige, von dem Mittelpuncte der Erde entfernt iſt, wird gegen denſelben bis zur Ruhe des Ganzen (§. 176. a.) herabgedrückt werden. Die gleiche Fläche, welche bey der Ruhe der Flüſſigkeiten gebildet wird, macht genau einen rechten Winkel mit der Linie des Falls, iſt für kleine, für uns überſehbare Entfernungen geradlinig, im Grunde aber die *wahre gleiche Bogenlinie, welche die Rundung der Erdkugel beſtimmt,* und gleichlaufend mit der Fläche des Meeres. Sie wird die *Horizontallinie,* und, von der eben angezeigten Urſache, die *waſſerrechte Linie* genennt, auſser andern Hülfsmitteln geradezu durch die Oberfläche von Flüſſigkeiten gefunden, und eben ſo nützlich im menſchlichen Leben angewendet, als die Verticallinie, die durch den Fall des Senkbleyes beſtimmt werden kann.

e) In kleinen Gefäſsen kann, unter Umſtänden, die im folgenden Capitel zu bemerken ſind, die *gerade Oberfläche zu einer hohlen oder erhabenen* abgeändert werden.

f) Bey einer ruhenden Flüſſigkeit ſind, ſo gut, wie bey feſten übereinander gehäuften Cörpern, *die unterſten Theile am ſtärkſten gedrückt.* Die Flüſſigkeit wird aus der Anbohrung eines Gefäſses am unterſten Theile deſſelben verhältniſsmäſsig ſtärker herausgetrieben werden, als aus einer höhern.

g) Wenn man eine *gebogene Röhre,* deren Schenkel nur eine Höhle ausmachen, mit einer Flüſſigkeit anfüllt, indem die Schenkelbeugung un-

ten steht, so kommt *die Flüssigkeit nicht eher zur Ruhe, bis sie in beiden Schenkeln gleich hoch steht*, oder die Oberflächen in beiden Schenkeln in einer denkbaren Horizontlinie begriffen werden. Wird in den einen Schenkel schnell zugefüllt, so steigt die Flüssigkeit im andern; geschieht es langsam, so bemerkt man blos, dass die Flüssigkeit in beiden Schenkeln an Höhe zunimmt. Senkt man die gebogne Röhre nach der oder jener Seite, so wird zwar der Stand der Flüssigkeit gegen die Röhre verändert werden, aber die Horizontalfläche immer dieselbe bleiben.

h) Alle diese Erscheinungen, welche die verbundnen oder gebognen Röhren liefern, stimmen mit denen überein, die wir oben bey der ruhenden und in Ruhe kommenden Flüssigkeit (§. 176. b. c.) bemerkten, *nichts* ist hier *verändert, als die Form.* Aber *diese hat wenig Einfluss*, weder die Verschiedenheit der Beugung, noch der Weite in den beiden Schenkeln, ändert die Gesetze der Ruhe und des Gleichgewichts. So ist *eine dünne Wassersäule des einen Schenkels im Stande, einer viel stärkern im andern das Gleichgewicht zu halten;* wenn man daher den stärkern Schenkel abkürzt, so ist das höher stehende Wasser in dünnern vermögend, eine auf die niedrige Wassersäule gelegte Last zu erhalten, die so viel beträgt, als die Wassermenge, die noch zur gleichen Höhe im stärkern Schenkel nöthig gewesen wäre. Bey aller verhältnissmässigen Geringheit äussert die Wassermenge im dünnen Schenkel einen gewaltigen Druck.

i) Dieses Bestreben, die nämliche Höhe zu erreichen, zeigt sich auch bey der *gewöhnlichsten Art von Springbrunnen,* die durch nichts anders, als durch

durch möglichste Abkürzung des einen Schenkels entstehen. Um das stärkste Hervortreiben der Flüssigkeit zu bewirken, muſs ein gewisses Verhältniſs der Oeffnung zur Weite der Röhre beobachtet werden, aber die Flüssigkeit steigt in der freyen Luft nie zu der gleichen Höhe mit dem andern Schenkel, da die Gewalt des Druckes vom Widerstande der Luft auf mehrern Seiten gemindert wird.

k) Wenn *der eine Schenkel eine zu zarte, fast haarähnliche Höhle hat*, so steigt die Flüssigkeit höher, als dem Gleichgewichte nach würde erfolgt seyn. Diese Abweichung ist zu beurtheilen wie die Veränderung der Horizontalebne (§. 176. e.).

§. 177.

Ungleichartige Flüssigkeiten drücken einander in zusammenhängenden Höhlungen nach dem Verhältniß ihrer Schwere, ehe sie in Ruhe kommen.

a) Füllt man in die gebogne Röhre eine leichtere Flüssigkeit, und, nachdem sie ins Gleichgewicht gekommen ist, in den einen Schenkel eine schwerere, so werden beide nicht, wie im vorigen Falle, einerley Höhe erhalten, sondern die schwerere, stärker drückende Flüssigkeit wird den niedrigsten Ort einnehmen, mehr oder weniger gegen den Schenkel der leichtern Flüssigkeit aufsteigen, in ihrem eignen Schenkel höher stehen, aber immer um so viel niedriger, als sie die leichtere Flüssigkeit an Schwere übertrifft. *So steigt das vierzehnmal leichtere Wasser gegen das Quecksilber vierzehnmal höher.*

b) Je weniger die eine Flüssigkeit druckt, um so mehr muſs sie dem Drucke nachgeben, und *die Hö-*

Höhen stehen hier mit den Gewichten im umgekehrten Verhältnisse. Auf diese Art entsteht also ein Mittel, die relative Schwere verschiedner Flüssigkeiten zu bestimmen. Erst nachdem eine ungleich grösere Menge des leichtern auf einer Seite angehäuft worden, ist die Druckkraft der Schwere der auf der andern Seite, über der geringern Menge der schwerern Flüssigkeit, gleich.

c) Bey den vorigen Versuchen wirkte die Luft als eine Nebensache gleichstark auf die Flüssigkeit, und die Wirkung zweyer Flüssigkeiten gegeneinander blieb für sich. Will man aber den Druck der Luft in einem Schenkel gegen eine Flüssigkeit im andern bemerken, so muss das Ende dieses letztern verschlossen, und er vor dem Versuche ganz mit der Flüssigkeit gefüllt seyn. Beym Umkehren sieht man nun, dass *die Flüssigkeit* keinesweges in beiden Schenkeln in gleichen Höhen zur Ruhe kömmt, sondern, wenn sie sich auch von dem verschlossnen Ende herabsenkt, doch *in einer* ungleich *beträchtlichern Höhe in dem verschlossnen Schenkel erhalten, und von der Luft hinaufgedrückt wird.* Kürzer erhält man dasselbe, wenn man eine verschlossne Röhre füllt, und mit dem offnen Ende in ein Gefäss mit derselben Flüssigkeit umkehrt. Es ist dies zwar keine Wirkung der wahren Schwere, sondern eines bedingten Druckes der Luft auf einer Seite, da er auf der andern aufgehoben ist.

d) Ausserdem dass man sich dieses Luftdruckes bedienen kann, die *Luftveränderungen* selbst zu bezeichnen, so kann man auch die *relative Schwere verschiedner Flüssigkeiten* durch denselben finden. Je schwerer eine Flüssigkeit ist, um so weniger wird sie gehoben. So wird das Wasser in einer

Höhe

Höhe von ungefähr $33\frac{1}{2}$ Pariser Fuſs erhalten, da das Queckſilber nur die Höhe von 27 — 29 Zollen erreicht.

e) *Dieſe* jetzt angezeigte *Stärke des Luftdruckes gilt nur von Oertern nahe an der* gleichen *Horizontalfläche des Meeres* (§. 176. d.). In höhern Gegenden wird ſie, freylich mit Einmiſchung der partiellen und vorübergehenden Drucke, merklich gemindert, wie die Schwere des Penduls (§. 172. d.), und dient daher zu einem Beſtimmungsmittel der Höhen. Man nennt jene Röhre, die den Luftdruck beſtimmt, überhaupt, von ihrem Verbeſſerer, der ſie auf Queckſilber anwendete, die *torricelliſche*, und als berichtigtes Werkzeug, das *Barometer*. Hiervon mehr im folgenden Capitel.

f) In einem jeden *mit der Oeffnung umgekehrten Gefäſse würde der Gegendruck der Luft die Flüſſigkeit erhalten*, wie wir an dem Stechheber wirklich ſehen. Durch den aufgeſetzten Finger wird der Gegendruck der Luft auf einer Seite gehoben, und ſie drückt von der andern die Flüſſigkeit zurück. Aber der Stechheber hat nur eine geringe Oeffnung. In einem weit geöffneten Gefäſse müſste daſſelbe geſchehen, aber hier tritt eine Urſache ein, die wir im nächſten Abſchnitte (§. 178. c.) betrachten werden.

§. 178.

Schwerere Flüſſigkeiten mit leichtern vermiſcht, nehmen gewöhnlich den niedrigern Raum ein, und treiben die letztern in die Höhe.

a) Es iſt an und für ſich kein Grund zu dieſer Erſcheinung vorhanden; wenn wir uns über einer ruhigen Menge einer leichtern Flüſſigkeit, die

 alſo

alſo blos nach oben (§. 176. b.) auszuweichen vermöchte, eine Schicht von einer ſchwerern Flüſſigkeit gedenken, die auf alle Säulen von jener gleichförmig drückte, und ihnen zugleich alle Gelegenheit zum Weichen benähme, ſo *würde* alles in Ruhe, und *die ſchwere Flüſſigkeit über der leichten bleiben müſſen.*

b) Aber es iſt *unmöglich*, die ſchwerere Flüſſigkeit *ohne einſeitigen Druck* (§. 176. c.) auf die leichtere zu bringen, die letztere wird überall weggedrückt, ſie weicht der fallenden ſchwerern, und nimmt die obere Stelle ein, wohin ſie von derſelben zu weichen genöthigt wird.

c) Durch *zarte feſte Zwiſchencörper* kann man zuweilen Flüſſigkeiten von verſchiedenen Schweren übereinander erhalten, indem dadurch die aufgegoſsnen Flüſſigkeiten Zeit bekommen, ſich zu ſammeln, und einen gleichen Druck zu bewirken. Eben ſo kann man das Auslaufen des Waſſers aus einem weitgeöffneten umgekehrten Gefäſse (§. 177. f.) durch ein vorgelegtes Papierblatt verhindern.

d) *Unvermiſchbare* ſchwerere *Flüſſigkeiten* werden in leichtern deutlich ſinken, und leichtere in ſchwerern aufſteigen; ſind ſie aber *vermiſchbar*, ſo kommt es auf die Umſtände an, wie ſich die Verſchiedenheit zeigen ſoll. Manche dieſer Flüſſigkeiten ſondern ſich, ſelbſt nachdem ſie durcheinander geſchüttelt worden, noch bemerkbar ab, und bilden unterſchiedne, wenn gleich in einander übergehende Schichten.

e) Stellt man aber angefüllte Gefäſse umgekehrt in eine leichtere Flüſſigkeit, die noch vermiſchbar iſt, ſo wird es lange dauern, ehe eine Veränderung erfolgt, wenn *das Gefäſs gerade auf die Flüſ-*

Flüſſigkeit geſtellt wird, ſo daſs die Säulen der Flüſſigkeiten gerade gegen einander drücken. Wird aber das obere Gefäſs *ſchief geneigt*, ſo wird der gleiche Druck aufgehoben, die *ſchwerere Flüſſigkeit ſinkt vom tiefern Rande der Oeffnung herab*, und die leichtere ſteigt am höhern in das obere Gefäſs hinauf. Auf dieſelbe Weiſe ſteigt auch die Luft aus ihrem freyen Raume in ein mit Waſſer gefülltes und umgekehrtes Gefäſs, nur macht die ſo ungleiche Schwere, und die Verſchiedenheit des Zuſammenhangs einigen Unterſchied, und bewirkt die Erſcheinung mit mehrerer Heftigkeit.

f) *Leichte Flüſſigkeiten*, die ſich bey ihrem Steigen in ſchwerern mit dieſen würden vermiſcht haben, können zu einem deutlichern und längern Steigen gebracht werden, wenn man ſie *in feſtere, verhältniſsmäſsig dünne*, und daher nicht zu ſchwere *Behältniſſe* einſchlieſst, wie die brennbare Luft in den Seifenblaſen und Luftballons.

§. 179.

Schwerere Flüſſigkeiten treiben auch feſte leichtere Cörper empor, und unterſtützen ſie.

a) Der Fall iſt hier derſelbe, wie bey der Verbindung ungleich ſchwerer, vorzüglich nicht miſchbarer Flüſſigkeiten, in beiden Fällen ſagt man, der *emporgetriebne Cörper ſchwimme auf der untern Flüſſigkeit.* Dieſes Schwimmen unterſcheidet ſich von der Unterſtützung auf feſten Cörper nur durch die Nachgiebigkeit des unterſtützenden; das Schwimmen, als Bewegung angeſehen, gehört nicht hieher, ſondern zum folgenden Capitel.

b) Wenn ein leichter fester *Cörper vom Grunde einer schwerern Flüssigkeit in die Höhe steigt*, so geschieht es *mit vermehrter Geschwindigkeit;* denn dieses Steigen ist blos die Folge von dem Fall oder Druck der schwerern Flüssigkeit, welche dem nemlichen Gesetze der Beschleunigung (§. 172. e.) unterworfen ist. So wie sich die Theile der Flüssigkeit mit vermehrter Geschwindigkeit senken, so müssen sie auch den leichten Cörper heben.

c) Aber im Ganzen, ohne auf die Fortschreitung zu sehen, geschieht das Steigen, so wie der Fall, *langsamer in zäheren*, und umgekehrt, *schneller in schwerern Flüssigkeiten.*

d) Nicht alle feste in die Höhe getriebne Cörper erreichen die Oberfläche der Flüssigkeit, sondern bleiben *mehr oder weniger in die Flüssigkeit eingesenkt.* Je leichter sie sind, um so höher werden sie aus ihr emporgetrieben. Dieses kann sowol Gelegenheit geben, die verschiedne Schwere der festen Cörper nach ihrem ungleichen Eintauchen in einerley Flüssigem, als auch die Schwere verschiedner Flüssigkeiten nach dem Eintauchen eines gewissen Cörpers zu beurtheilen. Das letztere giebt die Araeometer, die von ihrer besondern Anwendung Salz-, Bier-, Wein-, Brandweinwaaren genennt werden, und deren schon oben (§. 57. b. 141. d.) gedacht worden ist.

e) Dadurch, daſs man eine leichtere Flüssigkeit nach und nach schwerer macht, kann man ihr, wenn man behutsam verfährt, eine *gleiche specifische Schwere mit irgend einem bestimmten festen Cörper* verschaffen. Alsdenn sind die Theile des Cörpers überall, sie mögen in eine Lage kom-

kommen, in welche sie wollen, mit den Theilen der Flüssigkeit im Gleichgewichte, und jener Cörper bleibt in jeder Höhe, und wol gar in jeder Stellung in Ruhe.

f) Zuweilen *schweben zarte Theile fester Cörper in einer Flüssigkeit* (§. 116. c.), und scheinen so im Gleichgewichte zu seyn, wie in dem vorigen Falle. Nach und nach aber senken sie sich, weil entweder die Flüssigkeit selbst ihre Natur veränderte, oder weil sie zwar wirklich, aber nur um ein sehr geringes, schwerer waren, als die Flüssigkeit, und die Senkung daher in bemerkbaren Zeiträumen nur unmerklich fortschritt.

§. 180.

Zuweilen werden auch wol schwerere feste Cörper von leichtern Flüssigkeiten unterstützt.

a) Die eine Ursache dieser widersprechenden Erscheinung kann darin liegen, dass sich *leichte Cörper mit dem schwerern so verbinden, dass sie stärker* von der Flüssigkeit *gehoben werden*, als ihn seine eigne Schwere niederdrückt. So werden die grössten Seethiere durch Blasen gehindert, auf den Grund zu gehen, Kork, Binsen, Holz u. d. hemmen das Sinken schwerer Cörper, mit denen sie verbunden sind. Auch anhängende Luftblasen thun dasselbe.

b) Die zweyte Ursache liegt an der *Bildung und Ausbreitung des schweren Cörpers.* Der nemliche Cörper, der in der zusammengedrängten Form eines Würfels, oder einer Kugel, sogleich würde gesunken seyn, schwimmt, wenn er in eine sehr breite dünne Fläche ausgedehnt, und noch mehr wenn er hohl gebogen, und mit der Erhaben-

heit der Beugung auf die Flüſſigkeit geſetzt wird. Auſserdem, daſs hier vieles ſehr relativ iſt, und nur auf das gegenſeitige Verhältniſs der Flüſſigkeiten, der feſten Cörper, und ihrer Dicke ankommt, welches durch die Erfahrung beſtimmt wird; ſo iſt doch ein vorzüglicher Grund dieſer Wirkung, die *geringere Schwere des ganzen Cörpers, in Verhältniſs gegen die von ihm aus der Stelle getriebne Waſſermenge.* Dieſelbe Waſſermenge ruhte vorher auf den unter ihr ſtehenden Säulen, und ſtand mit den benachbarten im Gleichgewicht, welcher Umſtand auch jetzt, wie wir bald ſehen werden, nicht geändert wird (§. 181. a.). Wenn dieſe ihrer Form wegen ſchwimmende Cörper ſchief gelegt werden, ſo wird der Druck dadurch ungleich, aber die Kraft der aufwärts drückenden Flüſſigkeit erſetzt das Gleichgewicht, *wenn nicht das Flüſſige die Oberfläche des Cörpers erreicht,* wodurch der Cörper die ganze Wirkung ſeiner überflüſſigen Schwere, in der mit ſich ſelbſt im Gleichgewicht ſtehenden Flüſſigkeit, erhält, und zum Sinken gebracht wird.

§. 181.

Ein ſchwimmender Cörper drückt ſo viel von der ſchweren Flüſſigkeit aus der Stelle, als ſein eignes Gewicht beträgt.

a) Es folgt dieſes aus dem Gleichgewichte der Säulen einer ruhenden Flüſſigkeit (§. 176. b. c.). Wenn alſo ein ſchwimmender Cörper mehr oder weniger in eine Flüſſigkeit eintaucht, und über ſelbige hervorragt, ſo iſt *bey aller Ungleichheit der Oberfläche,* doch *das abſolute Gewicht* (§. 169. d. g.), *welches auf die Säulen unter dem ſchwimmen-*

menden druckt, daſſelbe, welches vorher auf ihnen ruhte, und dieſe Säulen bekommen keinen grö-ſsern Druck, als die benachbarten, und ſcheinbar freyen. Es iſt der nemliche Fall, wie bey den gebognen Röhren (§. 177. a.), nur mit dem Unterſchied, daſs dort bloſse Flüſſigkeiten auf einander wirken.

b) In dem Untertauchen ſchwimmender Cörper giebt es Grade (§. 179. d.), und man findet Cörper, die, ohne zu ſinken, ſich ſo weit eintauchen, daſs ihre Oberfläche mit der Oberfläche der Flüſſigkeit vereinigt wird. Sie haben nothwendig nach dem obigen keine beträchtlich geringere Schwere, als die Flüſſigkeit, und der *aus der Stelle getriebne Würfel der Flüſſigkeit beträgt eben ſo viel an Gewichte, als der gleichgroſse Würfel des Cörpers*, der ſeine Stelle einnimmt. Ein hohler Würfel, in dem man die Flüſſigkeit wiegt, zeigt dieſes aufs deutlichſte.

c) *Bey jedem ſchwimmenden Cörper iſt ſein Gewicht aufgehoben*, er wird mit gröſserer Leichtigkeit bewegt, als im freyen Zuſtande, und iſt erſt wieder ſchwer, wenn er nicht mehr ſchwimmt.

d) Ein ſinkender Cörper muſs nothwendig ſchwerer ſeyn, als die Flüſſigkeit, und die *gleichgroſse*, von ihm *aus der Stelle getriebne Menge* derſelben, *muſs weniger wiegen*, als er. Sonſt würde er blos ein ſchwimmender, gänzlich eingetauchter Cörper ſeyn (§. 181. b.). So wie aber das ganze gleiche Gewicht dieſes letztern, und jedes ſchwimmenden, das dem aus der Stelle getriebnen gleich war, durch die unterſtützenden Säulen aufgehoben wurde, ſo bleibt auch, in jeder Höhe, *daſſelbe Gewicht bey dem ſinkenden Cörper aufgehoben, was die Säulen ohne ſein Hinzukom-*

zukommen getragen hätten, und welches dem von ihm aus der Stelle getriebnen Flüſſigen gleich iſt. Mit ſeinem übrigen Gewichte bewirkt er den Fall, und ſinkt.

e) Aus dieſer Urſache muſs alſo ſelbſt ein ſinkender Cörper von ſeinem Gewichte verliehren, aber nur ſo viel, als die aus der Stelle getriebne Menge des Flüſſigen beträgt, die immer würde getragen worden ſeyn; er muſs, aus dem Flüſſigen gezogen, ſein ganzes Gewicht wieder erhalten, und ſchwerer werden; *je ſchwerer die Cörper ſind, um ſo weniger müſſen ſie an Gewicht verliehren,* weil das ſpecifiſche Gewicht der Waſſermenge gegen das des Cörpers immer geringer wird; in ſchwerern Flüſſigkeiten iſt die Fortſchreitung gerade umgekehrt; die aus der Stelle getriebne Waſſermenge wiegt, beſonders geſammelt, gerade ſo viel, als der Verluſt des ſinkenden Cörpers; und Cörper von verſchiednen, aber beſtimmten ſpecifiſchen Gewichten, müſſen in einerley Flüſſigkeit von ebenfalls beſtimmtem Gewichte einen gewiſſen, dieſen Verſchiedenheiten angemeſsnen Verluſt erleiden.

f) Wegen dieſes letztern Umſtandes hat man das *Eintauchen verſchiedner Cörper an einem Waagebalken,* und die Abwägung ihres Verluſtes zu einem Mittel gebraucht, *die ſpecifiſchen Schweren der Cörper gegen einander zu beſtimmen,* ja ſelbſt Cörper von beſondrer Schwere und groſsem Werth zu probiren, und von andern ſcheinbar gleichen zu unterſcheiden. Wie ſich das verlohrengegangne Gewicht des Cörpers zu ſeinem ganzen Gewichte verhält, ſo verhält ſich nach obigem nothwendig das ſpecifiſche Gewicht der Flüſſigkeit zu dem des eingetauchten Cörpers.

Au-

Aufser den ſpecifiſchen Gewichten der ſchwerſten Cörper, der Metalle, welche bereits oben (§. 110. a. 107. c. e.) der Reihe nach bemerkt worden ſind, wollen wir nur noch einige der vorzüglichſten ausheben. So iſt gegen das Gewicht des Waſſers, zu 1000 gerechnet, das Gewicht von

Chalcedon	4360.	*Selenit*	1870.
Böhm. Granat	4360.	*Digeſtivſalz*	1836.
Weiſsen Arſenik	3706.	*Schwefel*	1800.
Orient. Saphir	3562.	*Arabiſchem Gummi*	1735.
Diamant	3517.	*Borax*	1720.
Sächſiſchem Topas	3450.	*Alaun*	1714.
Arſenikſäure	3391.	*Gemeinem Vitriolöhl*	1700.
Chryſolith	3360.	*Altem Eichenholz*	1666.
Gelbem Arſenik	3313.	*Weiſsem Zucker*	1606.
Carneol	3290.	*Venetian. Glaſe*	1591.
Rothem Arſenik	3223.	*Fluſsſpathſäure*	1500.
Rubin	3180.	*Sedativſalz*	1480.
Engliſchem Cryſtallglas	3150.	*Salmiac*	1420.
Smaragd	3095.	*Aloe*	1358.
Turmalin	2952.	*Steinkohle*	1240.
Phoſphorſäure	2687.	*Pech*	1150.
Grünem Glas	2666.	*Saſſafrasöhl*	1094.
Jaſpis	2666.	*Zimmtöhl*	1035.
Bergcryſtall	2650.	*Nelkenöhl*	1034.
Hyacinth	2613.	*Franzwein*	1020.
Bleyzucker	2395.	*Rheinwein*	999.
Vitrioliſirtem Weinſtein	2298.	*Campher*	996.
Glauberſalz	2246.	*Pontac*	993.
Vitriolſäure	2125.	*Weiſsem Wachs*	966.
Kochſalz	1918.	*Champagner*	962.

Gel-

Gelbem Wachs	960.	*Vitrioläther*	732.
Rindstalg	955.	*Naphtha*	708.
Hammeltalg	943.	*Birnbaumholz*	661.
Stammeichenholz	929.	*Tannenholz*	550.
Leinöhl	928.	*Saſſafrasholz*	482.
Moſelwein	916.	*Pappelholz*	383.
Eis	916.	*Korkholz*	240.
Baumöhl	913.	*Gemeiner Luft*	$1\frac{1}{4}$.
Campeſcheholz	913.		
Cacaobutter	910.		
Pomeranzenöhl	888.		
Grünem Eichenholz	870.		
Alkohol	815.		
Erlenholz	800.		
Terpenthinöhl	792.		
Pflaumenholz	785.		

(Dieſe $1\frac{1}{4}$ werden in der nächſten Tabelle, um eine deutlichere Vergleichung zu machen, als eine neue Gröſse von 152 angenommen.)

Nach dem Verhältniſſe, welches die gemeine Luft gegen die andern feſten und tropfbaren Cörper hat, können auch die Verhältniſſe andrer Luftarten gegen dieſelbe nach andern Zahlen bemerkt werden. Ich führe ſie noch an, um die Reihe vollſtändiger zu machen, ob ſie gleich, ſo wie manche der vorigen Cörper auf andre Art, als durch die Waſſerprobe, unterſucht worden ſind. Sie ſind folgende:

Fluſsſpathſaure Luft	450.	*Salpeterluft, reine*	157.
Vitriolſaure Luft	300.	*Gemeine Luft*	152.
Kochſalzſaure Luft	243.	*Alcaliſche Luft*	70.
Luftſäure	220.	*Brennbare Luft*	10.
Feuerluft	160.		

g) Es iſt leicht zu denken, daſs alle *dieſe Beſtimmungen in ſehr kleinen Theilen des ganzen Verhältniſſes*, das ein Cörper gegen den andern zeigt,

der

der Hauptbeurtheilung unbeſchadet, *bey verſchiedenen Verſuchen von einander abweichen* müſſen, zumal bey denen mehr gemiſchten Cörpern der freyen Natur; aber auch ſelbſt bey gereinigten Grundcörpern, und gemeſſenen Verbindungen, kann ein ähnlicher Fall eintreten, indem äuſser der Schwierigkeit einer vollkommnen gleichen Reinigung und Verbindung, auch noch die Verſchiedenheit des Drucks und der Wärme der Luft, wie auch aller übrigen Hülfsmittel bey jedem individuellen Verſuche eine kleine Aenderung verurſacht.

§. 182.

Der Fall eines Cörpers wird durch Verbindung deſſelben mit einem oberwärts befindlichen ruhenden Cörper verhindert, ſo lange der Druck der Schwere dieſe Verbindung nicht trennen kann.

a) Wenn auch ein ſchwerer Cörper von unten, dem Druck der Schwere entgegen, durch nichts gehindert wird, ſo kann er doch nicht fallen, wenn er von oben mit einem in Ruhe befindlichen Cörper verbunden iſt. Die Schwere wird zwar in einem fort wirkſam ſeyn, und den Fall des erſtern zu befördern ſuchen, iſt aber *die Kraft, mit der die beiden Cörper ſelbſt zuſammengedrückt werden,* und welche künftig zu betrachten iſt, ſo *wie die Urſache, die den einen Cörper in Ruhe erhält, ſtärker als der Druck der Schwere,* ſo wird der Fall nicht ſtattfinden. Man kann ſich Grade dieſes Widerſtandes denken, und verſchiedne Zeiten, welche die Schwere braucht, um, wo es möglich wird, ihn zu überwinden.

b) Iſt der des Falles fähige Cörper noch *durch einen nachgiebigen,* aber gleichwol vor dem Zer-

reiſsen

reiſsen geſicherten *Mittelcörper* an den ruhenden *befeſtigt*, ſo wird dieſer Mittelcörper, wenn der ſchwere, ſo weit als es die Länge deſſelben zuläſst, herabgefallen iſt, von dem Druck der Schwere nicht nur die möglichſte Ausdehnung erleiden, ſondern auch *in die gerade Linie des Falles*, in welcher die Schwere auf den untern Cörper wirkt, *ausgeſtreckt* werden. Es iſt dieſes eine Art von Pendul, die aber wegen der Veränderlichkeit des Mittelcörpers, nicht zu ſeinen Zeitmeſſungen (§. 172. g.), ſondern zur Beſtimmung der Falllinie (§. 170. b.) zu brauchen iſt.

c) *Setzt man die*, durch den Faden, Strick u. ſ. w. dieſes Penduls bezeichnete, gerade *Linie auf dem ſchweren Cörper ſelbſt fort*, hängt ihn an einer andern Stelle an den Faden, und verfährt wie vorher, ſo werden *dieſe beiden Linien ſich in einem Puncte durchſchneiden.* Alle nachherige ähnliche Verſuche werden Linien geben, die nahe in dem vorigen Puncte zuſammentreffen. Es ſcheint alſo, als wenn die Wirkung der Schwere beſonders auf einen gewiſſen und feſtgeſetzten Punct des Cörpers ginge.

d) *Bey einem ſymmetriſchen Cörper*, der um ſeinen Mittelpunct in gleichen Entfernungen eine gleiche Stärke hat, wird gerade *der Mittelpunct ſeiner Gröſse der nemliche Punct ſeyn, den die Schwere trifft;* in einem andern Falle wird es ſich auch anders verhalten.

§. 183.

Der Fall eines Cörpers wird durch einen unter ihn gelegten ſo lange verhindert, als die Falllinie aus dem Schwerpuncte des erſtern auf den Berührungs-

rungspunct mit dem letztern trifft, und der Widerstand von diesem durch den Druck der Schwere nicht zu überwinden ist.

a) Cörper aller Art bleiben auf breiten Flächen endlich in Ruhe, mit so verschiedner Heftigkeit sie auch vorher fielen. Nicht nur hierin, sondern auch in dem Umstande weichen sie von einander ab, dass sie mit sehr *ungleicher Mühe aus diesem ruhigen Zustande durch einen Seitenstoss können gebracht werden.* So wird ein Würfel am unbeweglichsten seyn, ein hohes Gestell wird leichter umfallen, eine Kugel aber auf einen gelinden Stoss fortrollen..

b) Stellen wir aber einen Cörper auf einen andern, welcher letztere nur wenige Theile der Unterseite nebeneinander berühren kann, so wird es nöthig seyn, den obern Cörper hin und her zu rücken, ehe er in eine freywillige Ruhe kommt, aus der er aber durch eine gelinde Verrückung aufs leichteste gebracht werden kann. Bemerkt man die *Verticallinie*, *die von dem Puncte der Berührung an durch den obern Cörper geht*, und wiederholt es, nachdem man den Cörper in einer andern Stellung in Ruhe gebracht hat, so wird man, eben wie beym Pendul (§. 182. c.), einen gewissen Punct finden, der auf die Falllinie Bezug hat, und bey der Ruhe mit ihr zusammentrifft.

c) In allen diesen Fällen hat man den eben bemerkten Punct den *Schwerpunct* (centrum gravitatis) genennt. Sich vorzustellen, dass die Schwere des Cörpers in ihm gleichsam concentrirt sey, ist der Natur nicht angemessen, da die Schwere nur eine äussere Kraft ist, und das Gewicht

selbst ist in jedem Theile eines gleichartigen Cörpers dasselbe. Aber jener Schwerpunct ist eigentlich der Mittelpunct der Masse (§. 182. d.), oder der gesamten Menge des absoluten Gewichtes, der Theile, die für den Druck der Schwere empfindlich sind. Sind auf entgegengesetzten Seiten gleichviele Theile, und ein gleichstarker Druck, so wird keine Kraft überwinden, und Ruhe nothwendig seyn. Dieser Fall kann aber nicht eher eintreten, als *bis der Mittelpunct der Masse unterstützt ist*, so, dass die auf zwey Seiten zum Falle abwärts drückenden Kräfte einander aufheben.

d) Diese *zur Ruhe erforderliche Stellung, kann* immer leicht bey einer schmalen Unterstützung, aber auch selbst auf breiten Flächen (§. 183. a.), jedoch *mit ungleicher Leichtigkeit, verändert werden.* Jederzeit, wo die Veränderung und Umstürzung leicht ist, wird man finden, dass der Schwerpunct mit der von ihm herabgehenden Falllinie leicht von dem Unterstützungspuncte weggerückt werden kann. Cörper mit breiten Grundflächen müssen sehr geneiget werden, ehe diese Verrückung geschieht; das Balanciren gründet sich auf eine schnelle und unmerkliche Wiederfindung der Falllinie, und verlängerte Cörper erleichtern dasselbe, da sie sich bald in die rechte Stellung bringen lassen.

§. 184.

Ein ruhender Cörper fängt, ohne Veränderung der Festigkeit seiner Unterlage, an zu fallen, wenn die Schwere auf eine Seite desselben stärker drückt, als auf die andre.

a) So

a) So lange noch der Schwerpunct gerade in der Falllinie über einem Berührungspuncte der Unterlage steht, so lange theilt er noch immer gleichförmig die Massen und die Kräfte des Drucks, sie halten einander in Ruhe. Sobald der Schwerpunct aber nicht mehr eben so über dem Berührungspuncte steht, sondern *nach einer Seite* abweicht, so *findet* eben daselbst *der Druck der Schwere nicht nur mehr Masse, auf die er wirken kann, sondern auch keinen Widerstand,* er wird sichtbar wirksam, und drückt den Cörper zum Fall auf dieser Seite herab.

b) Ist die Unterlage eines auf ihr ruhenden Cörpers zwar *eine gut unterstützende gerade Fläche, aber schief gegen den Horizont geneigt,* so wird es immer leichter seyn, einen selbst mit einer breiten Grundfläche ruhenden Cörper, durch eine Neigung gegen den Horizont zu stürzen, als auf einer wasserrechten Fläche, und zwar um so leichter, je höher die schiefe Fläche sich über den Horizont erhebt. Denn nun wird eine immer geringere Neigung hinlänglich seyn, den Schwerpunct aus der Verticallinie des Berührungspunctes zu bringen.

c) Aber, wie schon oben bemerkt worden, selbst *die Form der Cörper kann den Fall befördern.* Unter allen Cörpern ist keiner gleichförmig weniger unterstützt, weniger in Berührung, als die *Kugel.* Dieses erleichtert ihre Bewegung schon auf der geraden Fläche, wo sie gleichwol aus den obigen Ursachen ruht, sobald der empfangne Seitenstoss aufgehört hat, zu wirken; aber auf der schiefen Fläche wird ihre Form die Ursache des Falls; hier muss allemal die *Verticallinie des Schwerpunctes ausser der Verticallinie*

des Berührungspunctes kommen, der bey dieſer Form einem wirklichen Puncte am ähnlichſten iſt. Je ſchiefer die Fläche liegt, deſto ſchneller wird die Kugel rollen (§. 184. b.); aber ſie wird auch im Verhältniſs ſchneller herablaufen, je gröſser ſie iſt (§. 169. f.).

d) *Kugeln werden, zuſammengehäuft,* unter einander des wenigſten Zuſammenhangs fähig ſeyn, *dem Druck der Schwere aufs möglichſte nachgeben,* und ſich leicht trennen laſſen. Dieſelbe Eigenſchaft nehmen wir auch bey Flüſſigkeiten wahr, und ob man gleich keinen einzelnen Theil einer Flüſſigkeit darſtellen kann, ſo iſt es doch nicht unnatürlich, ſich dieſelben als Kugeln zu gedenken, und ſich hiernach das *Herabflieſsen von ſchiefen Flächen* zu erklären.

e) *Wenn Scheiben in einer völlig verticalen Stellung von einer ſchiefen Fläche herabrollen,* ſo ſind ſie den Kugeln gleich; ſobald ſie aber ſeitwärts geneigt werden, wird die Maſſe ungleich vertheilt, und der Fall ſeitwärts, oder vielmehr in einer Bogenlinie bewirkt, die aus der Richtung des Herabrollens und des Seitenfalles zuſammengeſetzt iſt.

f) Ein ganz unterſtützter Cörper ruht, ein gar nicht unterſtützter fällt mit möglichſter Schnelligkeit, da der Druck der Schwere dort allen, hier den wenigſten Widerſtand findet. Bey einem verlängerten, ſeitwärts fallenden Cörper können wir uns *von dem Puncte der Berührung an bis zum entfernteſten Ende gleichſam Mittelgrade dieſer Schnelligkeit und Einwirkung der Schwere* gedenken, ſo daſs alſo die Theile des Cörpers, je weiter ſie ſich von dem Berührungspuncte entfernen, ſchneller abwärts getrieben werden, dem Druck

Druck der Schwere mehr ausgesetzt, und gewissermaßen selbst schwerer sind. Beym *Hammer* bedient man sich dieses am Ende vermehrten Gewichtes zu einer gewaltigen Kraft.

g) Zuweilen *rollen Cörper* auf einer schiefen Fläche, wie Kegel und Walzen, mit dem einen Ende unter einer gewissen Lage *abwärts*, *hinauf aber* wieder mit demselben Bogen *aufwärts*, welches aber aus dem eben bemerkten ungleichen Drucke, und der Natur des Penduls zu beurtheilen ist.

§. 185.

Verlängerte feste Cörper können unter gewissen Umständen, selbst bey ungleichen Unterstützungen, zur Ruhe kommen.

a) Jeder verlängerte, feste, nicht biegsame Cörper, der an einem Puncte seiner Länge unterstützt ist, an zwey andern Puncten aber so gedrückt wird, daß der Druck des einen Punctes dem Drucke des andern widersteht, wird ein *Hebel* genennt, obgleich diese Benennung mehr für einige, als für alle Arten dieser Cörper schicklich ist. Bey einigen Hebeln ist der Punct der Unterstützung zwischen beiden Enden, und sie werden *doppelarmige*, bey andern ist er an einem, die aufwärts drückende Kraft am andern Ende, die niederdruckende zwischen beiden, oder umgekehrt, und diese werden *einarmige* genennt.

b) Unter den doppelarmigen zeigt derjenige, welcher den Unterstützungspunct gerade in seiner Mitte hat, oder der *gleicharmige Hebel*, nichts, als was wir schon oben beym Gleichgewichte unterstützter Cörper (§. 183. c.) bemerkten.

 Woll-

Wollte man das eine Ende mit einem Gewichte beschweren, so würde zur Erhaltung der Ruhe am andern Ende ein gleiches Gewicht nothwendig seyn. Von dem Mittelpuncte der Unterstützung nimmt hier gegen die beiden Enden alles, was den Druck befördern kann, Gröfse (§. 182. d.), Masse (183. c.), und Einwirkung der Schwere nach der Entfernung (§. 184. f.), gleichförmig zu. Dieser gleicharmige Hebel giebt die Einrichtung der *gewöhnlichen Waage*, die im gemeinen Leben für die mittlern, und, bey Untersuchung der Natur, selbst für die feinsten Gewichte brauchbar ist. Der Bequemlichkeit wegen erhält sie eine hängende Unterstützung; ihre verhältnifsmäfsige Empfindlichkeit wird dadurch erhalten, dafs man Eine Waage nur zu einer gewissen Reihe von Gewichten, und nicht eine zu allen anwendet; sie dient nicht nur zum Abwägen fester und flüssiger Dinge in Schaalen und Behältern, sondern auch zu der oben bemerkten Wasserprobe (§. 181. f.), und zum Abwägen luftförmiger Flüssigkeiten in vollkommen verschlofsnen Gefäfsen.

c) Ein *ungleicharmiger* Hebel, dessen Unterstützungspunct aufser dem Mittelpuncte der Länge und der Masse befindlich ist (§. 182. d. 184. a.), mufs nothwendig nach der Seite der gröfsern Länge geneigt und von der Schwere herabgedrückt werden. Er *bleibt* aber *in Ruhe*, *wenn man an dem kürzern Ende ein Gewicht anhängt*, so dafs es scheint, als wenn die auf der kürzern Seite fehlende Masse dadurch ergänzt würde. Aber es geht noch weiter; wenn man ein sehr beträchtliches Gewicht an das kürzere Ende anhängt, so ist ein sehr geringes am längern Ende

im

im Stande, jenes zu erhalten, *ohne dass die diesseitige Hälfte der Masse, der jenseitigen gleich geworden wäre.* Je länger der eine Schenkel ist, desto geringer braucht sein Gewicht zu seyn, um einerley weit grösserm das Gleichgewicht zu halten. Da man nun also durch blosse Verrückung des kleinen Gewichtes am längern Schenkel verschiedne grosse am kurzen Schenkel erhalten, und schon aus der nöthigen Entfernung des kleinen den Gehalt des grössern beurtheilen kann, so ist hieraus eine andre Art von Waage, oder die *Schnellwage*, entstanden, die zu Bestimmung grösserer Lasten gebraucht wird.

d) Der *einarmige Hebel* ist zwar nicht zur Waage, aber doch auf eine ähnliche Art, wie der vorhergehende, anzuwenden. Wenn der mit dem einen Ende unterstützte Hebel auf irgend eine Weise am andern aufwärts bewegt wird, welches auch bey einer gehörigen Einrichtung z. B. durch Schnuren, von der drückenden Kraft der Schwere bewirkt werden kann, so wird diese Kraft nicht nur ein gleiches, sondern *ein grösseres Gewicht, das zwischen beiden Enden angebracht ist, und abwärts drückt*, zu erhalten im Stande seyn. Auch dieses ist so auffallend, wie die Erscheinung beym ungleicharmigen Hebel. Beym einarmigen Hebel kann auch die Kraft in der Mitte, die Last aber am andern Ende angebracht seyn.

e) Aus den beiden letztern Fällen sieht man, dass vermittelst dieser Hebel ein *ungleich grösseres Gewicht durch ein kleineres in Ruhe erhalten*, oder seine Druckkraft aufgehoben werden kann. Die Gewichte sind blos die Mittel; aber die wirkliche Kraft der Schwere hebt sich hier durch sich

felbft, und zwar nicht auf die gewöhnliche Weife (§. 183. c.) auf. Gewiffe thierifche Cörper find im Leben fähig gewiffen Gewichten einen hinlänglichen Druck entgegenzufetzen, und ftehen mit ihnen, fo zu fagen, im Gleichgewichte; oder beffer, die Mufkelkraft diefer Theile ift fo ftark, als die Kraft der Schwere auf ein gewiffes Gewicht. Gröfsere Gewichte überwältigen diefe Kraft. Da nun bey den Hebeln ein geringes Gewicht ein ungleich gröfseres zu halten vermag, fo find auch *die thierifchen Kräfte, wenn fie an der Stelle des geringern Gewichtes wirkfam werden, gröfsere Laften und Drucke zu überwinden vermögend, als fie fonft je würden gekonnt haben.* Da man fich im gemeinen Leben der beiden letztern Einrichtungen, aufser andern, vorzüglich zur Hebung grofser Laften bedient hat, fo ergiebt fich daraus die ihnen beygelegte Benennung.

§. 186.

Die Ruhe bey ungleicher Unterftützung beruht nicht auf einer Gleichung der Maffe bey ungleicher Ausdehnung, fondern auf dem Verhältniffe des in der Entfernung vom Ruhepuncte zunehmenden Drucks der Schwere.

a) Bey dem ungleicharmigen Hebel erfolgt die Ruhe nicht, wenn die abfoluten Gewichte beider Schenkel, und an denfelben, gleich find, fondern *bey aller Ungleichheit alsdenn, wenn das kleinere Gewicht in dem nemlichen Verhältniffe weiter von dem Unterftützungspuncte entfernt wird, als das gröfsere, in welchem Verhältniffe es leichter ift.*

b) An und für fich würde, dem abfoluten Gewichte nach, immer der kürzere Schenkel mit dem fchwe-

ſchwerern Gewichte fallen müſſen, aber dieſe Kraft wirkt nicht allein. *Was dem langen Schenkel an abſolutem Gewichte abgeht, das gewinnt er an Schwere wegen der Entfernung* (§. 184. f.). Er wird wirklich ſchwerer, und dieſer Zuſatz macht, nebſt dem abſoluten Gewichte, die Gleichung mit dem kürzern Schenkel, und alſo die Ruhe. Gewöhnlich ſagt man, im Zuſtande der Ruhe verhielten ſich die Geſchwindigkeiten der Schenkel, oder die Bogen, welche ihre Enden zu gleicher Zeit beſchreiben, umgekehrt wie die Gewichte.

c) Bey dem *einarmigen Hebel* gilt daſſelbe Verhältniſs, nur mit dem Unterſchiede, daſs die ganze Länge des Hebels für den langen Schenkel, die Entfernung aber vom Ruhepuncte bis zum Gewichte für den kürzern angenommen wird, wenn das Gewicht zwiſchen den Enden befindlich iſt; ſteht die Kraft in der Mitte, ſo wird ſie immer weniger wirken dürfen, je näher ſie dem Gewichte am andern Ende iſt.

d) Derjenige Punct, welcher bey einem ungleicharmigen Hebel zur Unterſtützung nöthig iſt, iſt zugleich der *wahre Schwerpunct* deſſelben (§. 183. c.). Wenn wir uns daher den Hebel ohne Unterſtützung gerade herabfallend denken, ſo wird die Schwere vorzüglich gegen dieſen Punct ihre Druckkraft äuſsern. Das wahre Gewicht hängt von ihm ab.

e) Hieraus läſst es ſich einſehen, *wie ein mit mehrern Gewichten in verſchiedner Entfernung beſchwerter Hebel unterſtützt werden müſſe*, um in Ruhe zu bleiben. Wenn, zum Beyſpiel, der eine Schenkel von 2 Zoll Länge mit 8 Pfunden beſchwert wäre, ſo würde ein 7 Zoll langer

Schenkel auf der andern Seite ihm das Gleichgewicht halten, wenn 3 Zoll vom Unterſtützungspuncte ein Gewicht von 3 Pfunden, und am Ende eins von 1 Pfunde herabhinge. Denn nun wird der Schwerpunct dieſer beiden letztern Gewichte, nach der obigen Regel (§. 186. a.), ſich auf dem vierten Zoll des längern Schenkels befinden, und es wird eben ſo viel ſeyn, als wenn daſelbſt eine Laſt von 4 Pfunden befeſtigt wäre. Dieſer Schwerpunct iſt nun vier Zoll vom wirklichen Ruhepunct des Hebels entfernt, und hält alſo in Entfernung und Laſt dem kürzern Schenkel mit 8 Pfunden das Gleichgewicht. Dieſelbe Rechnung findet auch bey noch mehrern Gewichten ſtatt, die man an die Schenkel des Hebels befeſtigt.

f) Die *Beugung der Hebel verändert auch das Weſentliche nicht.* Bey der nothwendigen Vorausſetzung, daſs der Hebel aus einer feſten und widerſtehenden Maſſe gebildet ſey, iſt es übrigens gleichviel, ob er eine ganz gerade, oder eine gebogene Linie ausmacht. Man hat ſich immer nur zwey gerade Linien zu denken, die von jedem Ende nach dem Ruhepuncte gehen, und ſie mit einander zu vergleichen.

g) Die nämliche Regel, die wir bey dem Hebel und ſeiner Gleichung bemerkt haben, kommt nach ihrer allgemeinen Urſache noch bey verſchiedenen, in der äuſsern Form abweichenden Einrichtungen vor, welche ebenfalls eine Betrachtung verdienen.

§. 187.

Durch ſcheibenförmige Cörper, die zwar im Mittelpuncte unterſtützt, aber um ihn beweglich ſind,

ſind, laſſen ſich mit jeder Fortrückung des Umkreiſes erneuerte Hebel, und alſo immer fortgeſetzte Wirkungen derſelben erhalten.

a) So ſehr die Form hier verändert wird, ſo bleibt doch die Sache die nemliche, wie beym Hebel. Der Mittelpunct der Scheibe iſt der Ruhepunct, von da bis zum Umkreiſe geht die Linie des längern Schenkels, vom Mittelpuncte bis zum Umkreiſe der Axe, oder einer an ihr befeſtigten kleinern Scheibe, geht die Linie des kürzern. *Alle Umkreiſe* dieſer Scheiben *müſſen* ſo beſchaffen ſeyn, daſs ſie durch gröſsere oder kleinere Hervorragungen *für einen Druck empfänglich werden*, der mit dem Durchmeſſer parallel läuft, und die Umdrehung bewirken kann.

b) Sind die Hervorragungen ſehr bemerkbar, ſo nennt man dieſe Scheiben *Räder*. Die Form und Stellung dieſer Vorragungen iſt nach den verſchiednen Zwecken, die man dadurch erreichen will, ſehr ungleich, und bezieht ſich auf das bewegende Mittel, die ſchicklichſte Nebeneinanderſtellung von mehrern Rädern, u. d. Sie ſind bey den Sternrädern am Rande ſtrahlend, bey den Kammrädern und Laternrädern mit der Axe parallel, und beym Drilling auf die letztere Art, aber auf einer dichten Walze, durch bloſse Furchen unterſchieden. Sie haben die Geſtalt von Zähnen, Zacken, Stäben und Schaufeln. Die Räder ſind überhaupt mit ihrer Axe unbeweglich verbunden, aber die Axe iſt mit ihren Zapfen in einer Höhlung beweglich.

c) Scheiben, die an dem Umkreiſe blos eine Furche haben, in welcher ein Seil liegen kann, das die Umdrehung, oder überhaupt die Wirkung

der

der Scheibe befördert, werden *Rollen* genennt. Die Reibung des Seiles an der Oberfläche der Furche ſetzt die Rolle in den brauchbaren Stand, und in die hebelartige Bewegung, welche beym Rade auf eine gröbere Art, aber nachdrücklicher, durch ſeine Vorragungen geſchieht; die Reibung muſs zwar ſo ſeyn, daſs die Rolle vom Seile angegriffen und bewegt wird, aber ſie muſs auch mit ſo viel Leichtigkeit geſchehen, daſs die Maſchine nicht gehindert wird. Uebrigens kann die Rolle nach dem verſchiedenen Gebrauch, wie aus einigen Beyſpielen erhellen wird, in Anſehung ihrer Axe von ſehr verſchiedner Beſchaffenheit ſeyn.

d) Räder ſowol, als Rollen, *welche an zwey Puncten ihres Umkreiſes von den ineinander wirkenden Kräften bewegt werden*, können keine andre Erſcheinung geben, als der gleicharmige Hebel (§. 185. b.). Für die Kraft, welche ein ſchweres Gewicht überwinden ſoll, wird hier kein Vortheil zu erwarten ſeyn.

e) Sind aber zwey Scheiben an eine Axe zugleich befeſtigt, oder vertritt der Umkreis der Axe die Stelle der kleinern Scheibe, ſo tritt der oben bemerkte Fall ein (§. 186. b.), oder die doppelte Scheibe ſtellt einen ungleicharmigen Hebel vor, und *erſpart die Kraft* (§. 185. e.), *welche an dem Umkreiſe der groſsen Scheibe wirkſam iſt, ſo daſs ſie eine ungleich gröſsere Laſt am Umkreiſe der kleinen Scheibe überwältigen kann.* Beym Rade und der Rolle iſt dieſes möglich, nur daſs bey letzterer alles durch Seile bewirkt wird, da hingegen beym Rade von der Axe ein Seil herabhängen, oder ein Getriebe mit Zähnen angebracht ſeyn kann; ſo wie der Umkreis des groſsen

ſsen Rades entweder durch eingreifende Zähne, durch Thiere und Menſchen, oder durch einfallendes Waſſer fortgetrieben wird.

f) Aber bey der Rolle giebt es noch einen beſondern Fall, welcher dem des einarmigen Hebels (§. 185. d.) ähnlich iſt. Läſst man nemlich ein zu überwindendes Gewicht von der Mitte einer Rolle herabhängen, unter welcher man ein Seil weggezogen hat, befeſtigt das Seil an einem Ende höher als die Rolle, und zieht es mit dem andern Ende aufwärts, ſo wird man weniger Kraft anzuwenden haben, um die Rolle mit dem Gewichte zu heben, als nöthig geweſen wäre, das Gewicht für ſich zu überwinden. Der einſeitige Ruhepunct, am Ende der Hebellinie, befindet ſich hier an dem Rande der Rolle, an den der befeſtigte Theil des Seiles anſtöſst; gegenüber am andern Rande, wo das gezogne Seil anliegt, iſt die Kraft, und dieſer ganze Durchmeſſer ſtellt die Länge des Hebels, oder den längern Schenkel vor (§. 186. c.); vom Ruhepuncte bis zur Axe, wo das Gewicht herabhängt, geht die Linie des kürzern Schenkels. Die vorige Rolle hat man, von der gewöhnlichen Lage des Seiles, die obere, dieſe aber, von der nothwendigen Lage, *die untere Rolle* genennt.

§. 188.

Das Verhältniſs einer ſchiefliegenden Fläche gegen ihre Verticallinie hat unter verſchiednen Umſtänden manches ähnliche mit dem Verhältniſſe des Hebels.

a) Je mehr eine ſchiefe Fläche über die Horizontlinie erhoben iſt, um ſo leichter rollt ein Cörper auf ihr herab (§. 184. b.), oder, wie man ſich

füg-

füglich ausdrücken kann, um ſo ſchwerer wird derſelbe. Denken wir uns eine auf Rollen liegende Laſt, ſo wird ſelbige von einer ſchiefen Fläche ſchneller herabgehen, als von einer wenig erhobnen. Befeſtigt man an einem Seile, das von dieſer Laſt über eine am obern Ende der ſchiefen Fläche angebrachte Rolle gezogen iſt, *ein geringeres Gewicht*, ſo *wird* daſſelbe *nicht immer von dem ſchwerern auf der ſchiefen Ebne nachgezogen werden*, ſondern, ob es gleich weniger beträgt, jenes im Gleichgewicht erhalten. Was dieſem *kleineren Gewicht an Maſſe abgeht, das erhält es durch den ſenkrechten Fall*, die ſtärkere Einwirkung der Schwere bey minderer Unterſtützung. Zugleich iſt die Geſchwindigkeit, mit welcher beide Gewichte ſteigen und fallen, ſehr ungleich, und in einerley Zeitraum fällt das kleinere Gewicht wirklich tiefer, als das gröſsere ſteigt (§. 186. b.). Denn wenn das letztere gleich, wegen des Seiles, das beide verbindet, in einer gleichen Weite fortrücken muſs, ſo iſt doch das wahre Steigen, die wirkliche verticale Entfernung von der Grundfläche wegen der ſchiefen Ebne *geringer*, als das verticale Fallen des kleinen Gewichtes im Freyen.

b) Je weniger ſich nun die ſchiefe Fläche über den Horizont erhebt, *um ſo geringer wird das Steigen*, und die Schwere des auf der ſchiefen Ebne bewegten gröſsern Gewichtes gegen das Fallen des kleineren ſeyn.

c) Der *Keil* iſt eine Verbindung ſchiefer Flächen, die am einen Ende in eine Schärfe zuſammenſtoſsen, durch eine gerade Fläche am andern. Wir können dieſe letztere als eine gerade annehmen, indem ſie mit derjenigen Linie, die zwiſchen bei-

beiden ſchiefen durchgeht, einen rechten Winkel bildet. Man bedient ſich, wie bekandt, des Keiles, um *feſte Cörper zu zertrennen*, ſetzt die Schärfe auf ſelbige, und läſst die Kraft auf das gerade Ende wirken. Je mehr ſich die ſchiefe Ebene des Keiles gegen die Mittellinie neigt, oder, welches eins iſt, *je gröſser das Verhältniſs der Dicke zur Länge iſt, um ſo ſtärker wird jene Einwirkung*, und um ſo leichter wird die Zertrennung.

d) Dieſes Verhältniſs hat allerdings viel Aehnlichkeit mit dem der ſchiefen Ebne (§. 188. b.), aber die Anwendung iſt anders, und ſo auch die Beurtheilung. Die ganze ſchiefe Fläche hat den Widerſtand, oder die gröſsere Laſt zu überwinden, die Wirkung der Kraft, oder gleichſam der geringern Laſt, geht nach der Mittellinie des Keiles. Wir können uns alſo vorſtellen, daſs von jedem Puncte der Berührung der Widerſtand ſeitwärts gegen die Mittellinie drückt, in welcher die Kraft von dem Oberende des Keiles herabwirkt. Der Punct, wo ſich beide Linien begegnen, kann den Ruhepunct vorſtellen; und auf dieſe Art würde *die Linie der Einwirkung gegen die Linie des Widerſtandes in demſelben Verhältniſs gröſser ſeyn, als die Länge des Keiles gegen ſeine Dicke.* Umgekehrt wird es ſeyn, wenn der Keil kürzer und dicker iſt, aber die Zerbrechlichkeit der Maſſe bey der nothwendigen Gewalt hindert die gröſste Annäherung der ſchiefen Fläche gegen die Mittellinie.

e) Die *Schraube* entſteht durch einen ſeitwärts verlängerten, ſchief um eine Walze gewundenen Keil. Die Laſt, welche durch die Schraube ſoll gehoben, oder deren Widerſtand ſoll überwunden.

den, mufs mit einem Cörper verbunden feyn, der fich genau an einen Theil der Schraubenwalze, und einige Windungen ihrer keilförmigen Erhöhung, mit feinen Vertiefungen anlegt. Bey der Umdrehung der Walze druckt der anliegende Cörper, diefe fogenannte *Schraubenmutter*, von einer Seite gegen den Keil der Schraube, wird aber von ihm mit ftärkerer Kraft zurückgedrückt, gehoben, oder überwältigt. Die Verftärkung der Kraft richtet fich nach dem *Verhältniffe des Durchmeffers der Walze gegen die Höhe des Keils*, der auf ihr fortläuft. Je ftärker die Walze, und je kürzer die keilförmige Erhöhung ift, defto gröfser wird die Kraft der Schraube feyn.

f) Auch diefes hat eine *Aehnlichkeit mit den Erfcheinungen am einfachen Keile.* Der Keil der Schraube empfängt, wie jener, den Widerftand auf der Seite, aber mehr an einer Fläche, und die Wirkungslinie erftreckt fich, wie dort, durch die Länge des Keiles gegen feine Schärfe, fängt aber hier von dem Mittelpuncte der Walze an. Diefe Wirkungslinie wird alfo gegen die Linie des Widerftandes zunehmen, je gröfser der Durchmeffer der Schraube, und je kleiner die Höhe der Schraubengänge, oder des auf der Walze fortlaufenden Keiles ift.

§. 189.

Durch Verbindung mehrerer hebelartiger Werkzeuge kann die Kraft noch mehr verftärkt werden, als durch einzelne.

a) Es ift gleichviel, ob wir zwey leblofe, oder zwey thierifche Kräfte, oder beide Arten gegen einander wirkend gedenken, Kräfte bleiben fie immer,

immer, und zwar verhältnifsmäfsige, wenn fie auch nicht mit gleicher Bequemlichkeit zu beftimmen find. Die Gleichheit der Fälle ift fchon oben (§ 185. e.) bemerkt worden, und daher ift es gekommen, dafs man die verfchiednen *Hebel* im menfchlichen Leben aufs mannigfaltigfte *zu Ueberwindung grofser Laften und eines mächtigen Widerftandes überhaupt* mit vielem Nutzen gebraucht hat. So gehört eine Menge von Werkzeugen zum Heben und Brechen zum ftangenförmigen, ungleicharmigen oder einarmigen Hebel; mit verfchiednen, wie bey Zangen, Scheeren, Spaden u. f. w. hat man den zerfchneidenden Keil noch mit dem Hebel in Verbindung gebracht. Die Rollen und Räder, deren unbewegliche Axe in einer kleinern Entfernung vom Mittelpunct das grofse Gewichte trägt (§. 187. e.), die untere Rolle (§. 187. f.), und die einfache Schraube kommen bey einer Menge von Werkzeugen vor.

b) Da die Verftärkung der Kraft blos auf das *Verhältnifs der Wirkungslinien* ankommt, fo könnte man daffelbe *aufs äufserfte treiben, um die gröfste Wirkung hervorzubringen.* Aber die Langfamkeit der Bewegung, die Zerbrechlichkeit und Unbequemlichkeit der Werkzeuge bey ihrer grofsen Ausdehnung, fetzen diefer Vergröfserung bey einzelnen Hebeln unüberwindliche Hinderniffe.

c) Werden hingegen *mehrere Hebel miteinander verbunden*, fo dafs der durch den erften erfparte Raum von dem zweyten, u. f. w. benutzt wird, fo ift *nicht nur die Verkürzung des Raumes, fondern auch die Erfparung der Kraft ungemein beträchtlich.* Wenn man bey einem einzelnen un-

gleicharmigen Hebel 40 Pfund durch 1 Pfund im Gleichgewichte erhalten wollte, ſo müſste der lange Schenkel vierzigmal ſo lang ſeyn, als der kürzere. Hängt man aber an den nur viermal längern Schenkel eines Hebels ein Pfund, verbindet mit dem kürzern nur einmal ſo langen Schenkel deſſelben, der alſo 4 Pfund tragen konnte, den langen Schenkel eines zweyten Hebels von zehnmaliger Länge mit 4 Pfunden beſchwert, und hinge an den kürzern 40 Pfund, ſo würde das Gleichgewicht erfolgen. Denn an dieſem letztern Hebel würden 4 Pfund 40 Pfund erhalten, da ſich die Entfernungen umgekehrt verhalten wie die Gewichte (§. 186. b.); die vier Pfunde des längern Schenkels am gröſsern Hebel werden aber durch das eine, am längern Schenkel des kleinern Hebels, gehalten, ſo daſs am Ende das eine Pfund des kleinern Hebels die 40 Pfund des gröſsern bey einem weit geringern Raume im Gleichgewichte hält, und nur eine äuſserſt geringe Kraft an der Stelle des einen Pfundes angewendet werden darf, um die 40 Pfund zu heben.

d) *Daſſelbe gilt auch von dem Rade*, mit dem Gewicht an der Walze. Zwey, und mehrere ſolche Räder, werden miteinander verbunden, ſo daſs die gezähnte Axe des einen in den Umkreis des andern eingreift.

e) Die untere Rolle (§. 187. f.) erſpart die Hälfte des gleichen Gewichtes, oder der gleichen Kraft; wenn man das ziehende Seil über eine obere Rolle führt, und das geringere Gewicht auf der andern Seite der letztern herabhängen läſst, ſo zeigt ſich dieſes Verhältniſs deutlich. Je mehrere untere Rollen man mit eben ſo viel

obern

obern durch ein Seil verbindet, um fo gröfser kann die Laft feyn, die mit dem nemlichen geringen Gewichte erhalten wird, da das Gewicht der Laft von mehrern Rollen immer um die Hälfte vermindert wird. Wenn eine untere Rolle 4 Pfunde durch 2 Pfund erhält, fo erhalten zwey Rollen 8 Pfund mit demfelben Gewichte. Da die Rollen, wegen der Leichtigkeit der Bewegung, um ihre Axen laufen müffen, fo werden die obern Rollen, und die untern auch, jede Art für fich, in eine fefte Verbindung, in eine Flafche gebracht, wovon das Ganze den Namen des *Flafchenzuges* erhalten hat.

f) Noch müffen wir zum Schlufs eine Verbindung bemerken, die das, was ihr an Gefchwindigkeit beym Gebrauche abgeht, durch die äufserfte Verftärkung von Kraft erfetzt. Es ift die fogenannte *Schraube ohne Ende*, wo einige Schraubengänge, auf einer Walze, in die Zähne eines Sternrades eingreifen, an deffen Axe die Laft herabhängt. Hier trägt nemlich die Kraft der Kurbel, oder des Hebels, womit die Schraubenwalze umgedreht wird, den gegen den Halbmeffer der Walze gerichteten Widerftand; diefer Halbmeffer den Widerftand des Halbmeffers vom Rade gegen die Schraube, in dem oben bemerkten Verhältnifs (§. 188. e.); diefer gröfsere Halbmeffer des Rades aber den Widerftand der grofsen Laft, die gegen den Halbmeffer der Axe wirkt. Auf diefe Art kann die an der Kurbel angewandte Kraft von 1. oft eine Laft von mehrern Hunderten überwinden. Die angewandte Mathematik lehrt alle diefe, und noch vielfachere Verbindungen, genau, mit allen Nebenumftänden berechnen, welches ihr von uns über-

 laffen

laſſen bleibt, da wir blos die Haupterſcheinungen, und ihre nächſten Anwendungen, wodurch ſie ſelbſt mehr Deutlichkeit erhalten, darſtellen dürften.

§. 190.

Die ſpecifiſche Schwere kann bey einem Cörper durch das Beyſammenſeyn der Theile und durch einen Stoff verändert werden.

a) Die Stärke der Schwere, welche ſich durch das Gewicht äuſsert, hängt von der Menge cörperlicher Theile ab, auf welche ſie wirkt. *Je mehr ſolcher Theile in einer Maſſe enthalten ſind, um ſo ſchwerer wird ſie ſeyn.* Eine beſtimmte Menge von Theilen wird immer einerley abſolutes Gewicht haben. Wenn man aber dieſelbe Menge in einen geringern Raum guſammendrängen kann, ſo wird das abſolute Gewicht daſſelbe bleiben, aber das ſpecifiſche wird zunehmen. So wiegt z. B. nach der obigen Regel (§. 181. f.)

Gegoſsnes Ducatengold 17,01754: *geſchlagnes* 18,588.
Gegoſsnes feines Silber 11,091: *geſchlagnes* 10,500.
Gegoſsnes Meſſing 8,0000: *geſchlagnes* 8,349.
Gegoſsnes Kupfer 8,3335: *geſchlagnes* 8,7840.
Feiner weicher Stahl 7,7679: *ſtark geſchlagner* 7,8955.
Weiches Eiſen 7,6000: *kalt und ſtark geſchlagnes* 7,875.

Auch wiegen die geſchmolznen Cörper weniger in gleichem Raume, als im feſten Zuſtande.

b) *Kein*

b) *Kein Cörper läſst ſich* im Verhältniſs *ſo ſehr zuſammendrängen als die Luft.* Sie befindet ſich in dieſer Rückſicht in tiefen Gegenden immer in einem gepreſstern Zuſtande (§. 176. f.) und iſt daſelbſt ſchwerer; auſserdem wechſelt ihre Schwere an einzelnen Stellen mit der Veränderung der Atmoſphäre ab. Eine hohle Kugel von einerley Inhalt wird mit tieferer Luft in der Höhe ſchwerer ſeyn, mit oberer Luft gefüllt in der Tiefe leichter, als wenn ſie mit der Luft derſelbigen Höhe gefüllt wäre; ja ſelbſt in dem letztern Fall wird eine mit gleicher Luft gefüllte, und an einer empfindlichen Waage ins Gleichgewicht gebrachte Kugel, nach einiger Zeit ſinken oder ſteigen, indem die umgebende Luft in ihrer Dichtigkeit, Schwere, und Kraft des Widerſtandes nicht mehr die nemliche iſt. Dieſe Einrichtung wird das *Manometer* genennt. Wenn man leichte, hohle, mit Luft erfüllte, und nur mit einer zarten Oeffnung (§. 177. f.) verſehene Cörper (*carteſiſche Teufelchen*) in eine tropfbare Flüſſigkeit bringt, ſo werden ſie darinne ſchwimmen, da die Luft von der ſchwerern Flüſſigkeit zurückgedrückt wird. Hat man über das Gefäſs mit der Flüſſigkeit eine Haut geſpannt, die zwar die Gemeinſchaft mit der äuſseru Luft aufhebt, ſich aber noch niederdrücken läſst, ſo wird, wenn dieſes geſchieht, die Luft in den hohlen Cörpern zuſammengedrückter und ſchwerer werden, ſie ſinken um etwas, ſo lange dieſer Druck auf ſie wirkt.

c) Jeder unzerlegbare chemiſche Grundſtoff (Th. I. S. 364.), oder die einfachſte Verbindung deſſelben (§. 29. a. 76. d.), die uns bemerkbar ſeyn kann, hat eine beſtimmte Schwere (§. 181. f.).

Die Verbindung dieser Grundstoffe unter einander (Th. I. S. 369.), und die Räume, welche sie einnehmen, können Gelegenheit zu sehr auffallenden Veränderungen der Schwere geben. Ich will nur einige Hauptfälle anführen. So ist der gebrannte Kalk leichter (§. 73. c.) als wenn er, als roher Kalk, noch die schwere Luftsäure (§. 72. g.) enthält, oder sie aus der Luft wieder angezogen hat. Die Schwere nimmt in dem Verhältniss zu, wie sich die schweren Theile der Luftsäure, immer mehr, bis zu dem möglichsten Grade, zwischen den Theilen des Kalkes verstecken.

Bey andern Verbindungen scheint die Schwere derselben nicht die Summe der verbundnen Cörper zu seyn, und nicht in gleichem Verhältniss zuzunehmen. So war nach der obigen Tabelle (§. 181. f.) der weisse Arsenik (§. 105. 106.) schwerer als die Arseniksäure, der gelbe Arsenik (§. 108. b.) schwerer als der rothe, wenn gleich in beiden Fällen der schwerere Cörper wirklich durch einen grössern Antheil des leichten Brennbaren (§. 18. 132. e. 141. d.) verändert ist.

Noch kann auch eine Umwechslung der Verbindung die Schwere merklich verändern. Dies geschieht bey dem Verkalken der Metalle (§. 113. d.), wo das leichtere Brennbare entweicht, und der schweren Feuerluft seine Stelle überläfst.

§. 191.

Die Schwere wirkt überhaupt in der Natur als eine fortdauernde und allgemeine Kraft; insbesondre ist sie die Ursache einiger vorzüglichen Erscheinungen bey und auf den Weltcörpern.

a) Man

a) Man kann nicht fagen, dafs irgend ein bekandter Cörper auf der Oberfläche der Erde eine abfolute Leichtigkeit habe, und fich feiner Natur nach von der Erde entfernen müfle. Wenn er es thut, fo ift es blos eine Folge feiner relativen Leichtigkeit, nach welcher er von andern fchwerern Cörpern von der Erde weggedrückt wird. Diefe Entfernung geht nicht in einem fort, und bezieht fich nur auf die unterften Gegenden, welche die fchwerern Cörper einnehmen müffen; höher oben, wo fie fich nicht erhalten können, fällt die Urfache des Druckes weg, die leichten in die Höhe gedrückten Cörper fangen an, ihre eigne Schwere zu äufsern, und legen fich in eine horizontale Schicht. *Es geht* überdem *keiner diefer leichten Stoffe*, wie z. B. die brennbare und alcalifche Luft (§. 181. f.), *von unferm Planeten verlohren*, welches nothwendig gefchehen müfste, wenn fie fich ohne Rückkehr von dem Planeten entfernten, da ihr Vorrath, den Umftänden nach, in einer Reihe von Jahrtaufenden wol erfchöpft werden könnte. Beym Lichte und der Wärme wird einiges vorkommen, das hieher gehört.

b) Der *Kreislauf der Planeten* um die Sonne fcheint nichts anderes, als eine Schwere derfelben gegen die letztre, die neben einem abftofsenden Wirbel die mittlere Richtung hervorbringt, zum Grunde zu haben. Die Planeten bewegen fich um die Sonne in derfelben Richtung, Entfernung und Gefchwindigkeit, wie fich fchwimmende, aber durch Fäden um die Axe eines Cörpers befeftigte Kugeln bewegen, wenn der letztere einen Wafferwirbel bey feiner Umdrehung verurfacht. Die Planetenbahnen liegen in

der Gegend des ſtärkſten Sonnenwirbels, in der Aequatorfläche der Sonne, wo ſich die Oberfläche des Sonnencörpers am ſchnellſten bewegt; ſie würden ohne Widerſtand in die Himmelsräume geſchleudert werden, und ihre Kreisbahn kann nur von einem ſchief entgegenwirkenden Drucke entſtehen, den wir, da er gegen einen Centralcörper geht, ebenfalls mit dem Namen einer Schwere belegen können.

c) Indem der Planet ſelbſt gegen die auf ihm befindlichen Cörper die Centralmaſſe vorſtellt, und zwar ſo, daſs die letztern wirklich auf ihn zurückgedruckt werden, ſo *erhält der mannigfaltigſte Schauplatz von Veränderungen auf ſeiner Oberfläche Feſtigkeit und Beſtimmtheit.* Grundſtoffe, die ſich anziehen und trennen, gefäſsreiche, ſich ſelbſt entwickelnde Gebäude, ſelbſtwollende und unterſcheidende Geiſter, alle wirken nun in der gröſsten Fülle von Abſtufungen, von beſtimmten Plätzen auf einander; die Oeconomie des Planeten bleibt ſich gleich, oder wird wenigſtens bey allmäligen Veränderungen durch keinen Verluſt geſtört.

d) Der Grund zur Bewohnbarkeit, deren Folge die höchſte fortſchreitende Veredelung geſchaffner Weſen iſt, wird auch durch *die feſte Maſſe* gelegt, *auf deren Oberfläche ſich die höhere organiſche Natur befindet.* Die Schwere ſetzte die uralten Schichten der Erdrinde, in denen wenig oder keine Spuren von Bewohnern zu ſehen ſind, und die neuern Sedimente mit Petrefacten aus dem Meere ab; ſie drückt den fruchtbaren Staub auf der Oberfläche des freyen Landes feſt, der aus den Ueberbleibſeln organiſcher Cörper entſteht, und zur gröſsten Stärke der Organiſation,

tion, zur Exiftenz der gröfsern Gewächfe und Thiere, unentbehrlich ift (§. 159. i.).

e) Sie bringt das allgemeine Ernährungsmittel der organifchen Natur, *das Waffer*, nach feiner Vereinigung aus dem Dunftkreife auf den Planeten, drückt es durch die Maffe der Erdfchichten, dafs es fich in Quellen fammelt, die in ihrem, durch die Schwere bewirkten Laufe, taufend Bequemlichkeiten liefern, und aufserdem, durch das Einfchneiden der Thäler, die Bewohnbarkeit mannigfaltiger machen, und vergröfsern.

f) So fehr als auch Wärme und Licht das *Wachsthum der Vegetabilien* befördern, fo hat doch die Schwere keinen geringen Antheil an demfelben. Schon die gerade Richtung fo mancher Gewächfe, mit welcher ihre Enden fich von der Erde entfernen, zeigt eine verticale Einwirkung einer auf den Seiten drückenden Kraft, und der Gefäfsbau der Gewächfe erinnert uns an die toricellifche Röhre (§. 177. e.). In fehr hohen Gegenden (§. 172. d.), wo die Schwere merklich geringer ift, wird, freylich noch mit Einwirkung anderer Umftände, das Wachsthum gefchwächt.

g) Die *Bewegungen der Thiere* werden, wenn wir auch das Hebelartige der Gliedmafsen unter fich wegnehmen wollen, wofelbft die Kraft der Mufkeln nur für fich in Betrachtung kommt, gleichwol von der Schwere befördert. Diefe Kraft drückt den ganzen Cörper, oder einzelne Theile an den Boden, und verfchafft dadurch Ruhepuncte, die zur Fortbewegung fo nöthig find, und das Steigen und Fallen der Thiere in Flüffigkeiten wird in vielen Fällen blos durch die relative Schwere bewirkt.

 h) End-

h) Endlich ſo iſt auch die Schwere mitwirkend bey den *Veränderungen der Grundſtoffe*, ohne Rückſicht auf organiſche Bildung. Als centrale Kraft verurſacht ſie zwar die Vereinigung der verwandten Stoffe nicht, aber wenn ſie in den Flüſſigkeiten, die hierzu beſonders geſchickt ſind, ſo ſehr zuſammengedrängt worden (§. 190. a.), daſs ſie den Druck der Schwere merklich machen, ſo ſenken ſie ſich, und geben ſelbſt durch ihren neuen Ort Gelegenheit zu Veränderung für die Zukunft. Auch dadurch entſtehen neue Verbindungen, daſs die Schwere ſolche Cörper, die ſpecifiſch leichter ſind, in die Höhe treibt.

Einige Hauptgegenſtände des Capitels.

1) Für ſich in die Höhe ſteigende Cörper §. 168. e). §. 170. c). §. 179. b).
2) Abſolutes Gewicht §. 169. c. f. g. h). §. 181. a).
3) Relatives, ſpecifiſches Gewicht §. 169. d. e). §. 177 — 181.
4) Waagen §. 169. h). §. 177. b. d). §. 179. d). §. 181. f). §. 185. b. c). §. 190. b).
5) Horizontale, waagerechte Linie §. 170. a). §. 176. d. g).
6) Senkrechte, verticale Linie §. 170. b).
7) Strömende Kraft der Schwere §. 171. b).
8) Verhältniſs der Zunahme des Falls und Abnahme des Steigens §. 172. e. f). §. 175. c). §. 179. b).
9) Pendul §. 172. g).
10) Gehemmte und beförderte Kraft §. 172. a — c). §. 173. d). §. 174. d).
11) Veränderte Schwere §. 172. d). §. 176. f). §. 177. e). §. 180. 184. f). §. 190.

12) Mitt-

12) Mittlere Richtung des Triebes zwifchen zwey fchiefwirkenden Kräften §. 173. a. b. d). §. 175. a. b. d). §. 184. c).

13) Wahre und fcheinbare Bewegung §. 173. b. c. e).

14) Scheinbar gerade und parallele Linien §. 170. e). §. 173. e). §. 176. d).

15) Gefchwindigkeit des Falls überhaupt §. 172. e). §. 174. a).

16) Wirkung der Flüffigkeiten gegen die Schwere §. 174. 175. e). §. 177.

17) Hinderungen des Falls §. 168. e). §. 172. h). §. 174.

18) Geworfne Cörper §. 168. d. f). §. 172. a. f. h). §. 173. b — e). §. 175.

19) Wechfel von Steigen und Fallen §. 172. g). §. 176. c). §. 184. g).

20) Befondre Abänderungen im Gleichgewichte der Flüffigkeiten §. 176. e. k).

21) Springbrunnen durch blofse Schwere §. 176. i).

22) Gleichgewicht bey ungleichen Gröfsen §. 177. a). §. 179. d). §. 181. a). §. 182. d). §. 185. c). §. 186.

23) Schwimmen §. 177. a). §. 178. b). §. 179. a). §. 180.

24) Leichtigkeit fchwimmender und eingetauchter Cörper §. 181. c. d. e).

25) Unterftützung durch fefte Cörper §. 168. a). §. 169. a). §. 182. 183.

26) Schwerpunct §. 182. c. d). §. 183. b. c). §. 184. a). §. 186. d. e).

27) Fall auf der fchiefen Fläche §. 184. b — g). §. 188. a. b).

28) Ein-

28) Einwirkung der Schwere auf Flüſſigkeiten §. 168. b). §. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 183. d). §. 190. b).

29) Grade der Schwere nach Entfernungen an einem Cörper §. 184. f).

30) Erſparung der Kraft durch Aufhebung der Schwere und des Widerſtandes überhaupt §. 181. c). §. 185. e). §. 186 — 189.

31) Gleicharmiger Hebel §. 185. b). §. 187. d).

32) Ungleicharmiger Hebel §. 185. c). §. 186. a. b. e). §. 187. a. e).

33) Einarmiger Hebel §. 185. d). §. 186. c). §. 187. f). §. 189. e).

34) Keil §. 188. c. d).

35) Schraube §. 188. e. f). §. 189. f).

36) Rad §. 187. b. d. e). §. 189. d. f).

37) Rolle §. 187. c — f). §. 189. e).

38) Flaſchenzug §. 189. e).



XXV.

Anhängung.

Inhalt.

Sichtbare Anhängung ganzer Maſſen ohne bemerkbare Urſache (§. 192.), ähnliche, aber mehr gemiſchte Erſcheinungen (§. 193.); Vermuthung wegen ihrer Urſachen (§. 194.), und Mangel der Anhängung ganzer Maſſen unter gewiſſen Umſtänden (§. 195.); Anhängung feinerer Beſtandtheile, oder chemiſcher Grundſtoffe (§. 196.), und ihre Ordnung in Rückſicht auf gewiſſe Arten (§. 197.); die durch beide Arten von Anhängung bewirkte Feſtigkeit (§. 198.), und ihre Grade (§. 199.); Kennzeichen (§. 200.) und Grade der Flüſſigkeit (§. 201.); Elaſticität (§. 202.) und ihre Wirkungen bey vermindertem Widerſtande (§. 203.); Rückprallung verſchiedener Cörper in Anſehung der Ruhe und Bewegung (§. 204.), oder der Richtung (§. 205.); Schall (§. 206.); Veränderung des Zuſammenhangs (§. 207.), Verhältniſs der Anhängungskraft gegen die Kraft der Schwere (§. 208.), und ihre Wirkung in den drey Reichen der Natur (§. 209.).

§. 192.

Ganze Maſſen feſter und flüſſiger Cörper werden einander unter gewiſſen Umſtänden ohne bemerkbare äuſsere Urſache genähert, und an einander gedrückt.

a) Im vorigen bemerkten wir den unſichtbaren gegen die Erde wirkenden Druck der Schwere. hier aber finden wir einen Druck der Cörper gegen einander ſelbſt. Zwey glatte geſchliffene Glas- oder Steinplatten, die ſich mit *zwey Flächen*

chen genau berühren, werden in einer auf den Flächen fenkrecht ftehenden Richtung nicht leicht von einander geriffen werden, und diefer Trennung widerftehen, ob fie gleich keine Vorragungen haben, die von einer Fläche in die andre eingreifen könnte, und ob die fo fehr eindringende Luft (§. 203. b.) gleich gar nicht gehindert wird, zwifchen die beiden Flächen zu treten, und der aufsen drückenden Luft das Gleichgewicht zu halten. Selbft ein zwifchen die Flächen gelegter Faden, hemmt, wenn er verhältnifsmäfsig fein genug ift, diefen Zufammenhang nicht.

b) Kommt man mit einem feften Cörper einer *Flüffigkeit* fehr nahe, fo *erhebt fich* die letztere merklich gegen denfelben, und bleibt an ihm hängen.

c) *Tropfen* flüffiger Cörper verliehren auf feften ihre runde Geftalt, und *breiten fich*, felbft wenn die letztern eine genaue horizontale Fläche bilden, nach allen Seiten möglichft *aus*; ja fie *fteigen* mit diefer Ausbreitung fogar von einem niedrigen Orte zuweilen an die höher liegenden Wände *empor*.

d) *Zwey Tropfen ziehen einander* auf eine ähnliche Art *an*, wie der fefte Cörper die Flüffigkeit (§. 192. b.).

e) Zwey folche Tropfen, oder noch gröfsre Mengen von *Flüffigkeiten, die eine fehr ungleiche Schwere haben, vereinigen fich* in ein Ganzes, in dem fie nicht mehr zu unterfcheiden find.

f) Eine ruhende *Menge Flüffigkeit fteht* in einem Gefäfse, dem fie anhängen kann, überall *an den Wänden des Gefäfses höher*, und bildet eine hohle Fläche, die um fo merklicher ift, je enger, und um fo flächer, je weiter das Gefäfs ift.

ist. Die Erhöhung der Flüssigkeit am Rande wird gegen die mittlere Menge, die blos von der Schwere abhängt (§. 208. c.), im letztern Falle immer unbeträchtlicher.

g) *Schwimmende Kugeln werden*, je beträchtlicher dieses Verhältniſs ist, auch um so schneller *von dem erhöhten Rande der Flüſſigkeit angezogen.* Taucht man einen der Flüſſigkeit anhängenden Cörper in dieselbe, so wird sich auch rund um ihn ein erhöhter Rand bilden, der einen in der Mitte frey schwimmenden Cörper eben so anzieht, wie der Rand an den Wänden des Gefäſses.

h) Je enger die Gefäſse sind, um so geringer ist das Verhältniſs der Mitte gegen den erhöhten Rand. *In zarten*, engausgehöhlten *Röhren* stehen die erhöhten Ränder so nahe, daſs sie selbst zusammenflieſsen (§. 192. d.); sie bilden eine Fläche, entstehen von neuem etwas höher, flieſsen wieder zusammen, und wiederholen diesen Wechsel mit beständiger *Auffteigung* so lange, als sie von unten Zufluſs erhalten, und bis so viel Flüſſigkeit in die Höhe gestiegen ist, daſs die Schwere ihrer Säulen eine fernere Emportreibung verhindert. Diese Erscheinung zeigt sich bey den sogenannten *Haarröhrchen*, welche viel weniger als eine Linie im Durchmeſſer haben, sie mögen nun den zweyten Schenkel einer gebognen Röhre ausmachen, oder in eine freyruhende Flüſſigkeit gestellt seyn. In beiden Fällen wird die Flüſſigkeit in ihnen höher stehen, als sie, dem Gleichgewichte nach, stehen sollte, und wird sich über die Höhe im weiten Schenkel, und über die äuſsere ruhende Waſſerfläche erheben.

i) Die.

i) Diese Erhöhung wird grösser seyn, je feiner die Röhre ist; so dass eine *noch einmal so zarte Röhre einerley Flüssigkeit auch noch einmal so hoch* hinauf bringt, als eine andre Röhre, die noch einmal weiter ist. Würde dem Aufsteigen in demselbigen Verhältnisse Hinderung gesetzt, in dem die Schwere der Flüssigkeit bey gleichen Höhen in weitern Gefäßsen zunähme, so würde selbige in der noch einmal so weiten Röhre nur ein Viertel der Höhe erreichen, die sie in der engeren erstiegen hat. Die feinsten haarähnlichen Röhren zeigen das Aufsteigen unter allen am stärksten.

k) Das mehrere oder mindere *Aufsteigen* verschiedner Flüssigkeiten in einerley Röhren steht auch *nicht mit ihrer specifischen Schwere im Verhältniss.* So stieg in gleichen Haarröhrchen Vitriolöhl $1\frac{30}{100}$ rheinländ. Zoll, Salzgeist $1\frac{40}{100}$, Aether $1\frac{90}{100}$, Terpenthinöhl $1\frac{35}{100}$, Alcohol $2\frac{5}{100}$, Vitriolgeist 4, destillirtes Wasser $5\frac{50}{100}$, ätzender und milder Salmiakgeist $6\frac{30}{100}$. Aufserdem scheint auch die *verschiedne Masse der Röhren selbst* bey einerley Weite und einerley Flüssigem eine Aenderung zu machen.

l) Die *Nähe der erhöhten Ränder*, und die *verminderte Einwirkung der Schwere bewirkt das Steigen* in den Haarröhrchen, also *auch in andern Höhlen*, die darin mit ihnen übereinkommen. So steigt das Flüssige auch zwischen zwey nahe gebrachten, und zum Anhängen eben so geschickten Platten, in den Seeschwämmen, ähnlichen zelligen Geweben, und in porösen Steinen, wobey es jedoch, wie aus dem obigen erhellet, nicht allein auf das Gewebe ankommt. Ohne auf die freye Natur zu sehen, so bedient sich die

die Kunſt dieſes Einſaugens auf die vortheilhafteſte Art bey einer Menge von Anwendungen, wovon ich nur des Filtrirapparates erwähnen will, der gewöhnlich noch mit Hülfe der Schwere wirkt, oder, wenn er aus einem Faden oder Docht beſteht, den Haarröhrchen noch ähnlicher iſt.

m) Wird Waſſer, Weingeiſt, Oehl u. d. *aus einem nicht zu ſehr geneigten*, und mit geraden Seiten verſehenen *Glaſe gegoſſen*, ſo fallen dieſe Flüſſigkeiten nicht, ihrer Schwere nach, gerade vom Rande des Glaſes herab, ſondern *flieſsen rückwärts an der äuſsern Seite deſſelben herunter.* Nimmt man eine andere Flüſſigkeit, wird das geradrandige Glas ſtärker geneigt, oder hat es einen überhängenden Rand, ſo kann die Flüſſigkeit aus Gründen, die im folgenden (§. 208. a.) vorkommen werden, herabfallen, ohne zu flieſsen.

§. 193.

Bey andern ſichtbaren Annäherungen, wenn ſie auch nicht unmittelbar durch den Stoſs oder Zug eines unterſchiednen Cörpers geſchehen, kommen gleichwol noch Nebendinge vor, die ſie von den vorigen Fällen unterſcheiden laſſen.

a) Durch den Zug einer Spritze, durch das Saugen, durch das ſich nach dem Druck erweiternde Fläſchchen von Federharz, werden Flüſſigkeiten in einer Entfernung von dem *wirkenden Cörper* angezogen, aber ſeine Wirkung iſt unverkennbar, da bey den vorigen Erſcheinungen keine äuſsere Urſache zu bemerken war.

b) Eben ſo wenig, als ein feſter Cörper, wirkt die *Wärme* bey denſelben, ob ſie gleich unter

dem Schröpfkopfe die Haut und das Blut, beym Thermometer und dem Windball die äufsere Flüſſigkeit anzuziehen ſcheint, woron unten (§. 203. b.) noch mehreres vorkommen wird.

c) *Reiben wir eine Siegellackſtange*, oder *erwärmen glasartige Cörper*, ſo werden ſie leichte Dinge *anziehen*, die zum Theil wol ebenfalls hängen bleiben. Gegen Flüſſigkeiten werden ſie eine ähnliche, ja noch ſtärkere Wirkung, und dieſe in einer gröſsern Entfernung äuſsern, wie der feſte Cörper, der die Flüſſigkeiten berührt (§. 192. b.). Bey dem gegenwärtigen Falle aber findet man, daſs angezogne Cörper bey fortdauernder Einwirkung abgeſtoſsen, und daſs durch dieſe Wirkung unter gehörigen Umſtänden feurige Erſcheinungen entſtehen können. Alles das wird bey den vorigen Fällen nicht bemerkt.

d) Der *Magnet* ſcheint eine vollkomnne Aehnlichkeit mit der einfachen Anziehung zu haben; er wirkt in Entfernung, und hält das Angezogne feſt. Aber er iſt eben ſo gut, wie der Glascörper und das Siegellack, einer Zurückſtoſsung fähig, und, bey allem Mangel feuriger Erſcheinungen, wie ſich ſpäter unten zeigen wird, dieſen Cörpern in ſeiner Natur am ähnlichſten.

§. 194.

Bey der Annäherung der Cörper gegen einander, ohne äuſsere ſichtbare und nähere Urſache, ſcheint, wie bey der Schwere, ein allgemeiner äuſserer Druck zu wirken, deſſen Grundurſache unbekandt iſt.

a) Die rohe Vorſtellung von feſten *Häkchen* und *Spitzen* ſowol, als von einem *Leime*, welcher die

die zuſammenhängenden Maſſen aneinander hielte, ſindet auch bey einer leichten Beurtheilung nicht ſtatt, indem beide Mittel nicht zu erweiſen ſind, und bey dem letztern immer die Frage nach der Urſache erneuert würde.

b) Eine *innere anziehende Kraft*, welche die Annäherung, die vor dem Anhängen vorausgeht, erklären ſoll, wird vou verſchiednen Naturforſchern angenommen; und eine ſimple Annäherung eines Cörpers gegen den andern könnte, wenn wir ſonſt nichts auſser ihnen bemerken, eben ſo gut ihre Urſache in dem ruhigen, als in dem herankommenden Cörper haben; zwey gegeneinander eilende Cörper können ſich eben ſo gut anziehen, als gegen einander getrieben werden. Der wahre Ort, wo die Urſache, und zwar die länger wirkende Urſache der Bewegung liegt, iſt in dieſen Fällen, zumal ſo lange wir das Ganze nicht überſehen können, ſchwer zu beſtimmen. Die anziehende Kraft kann, ſo wenig ſie unmöglich iſt, gleichwol nicht bewieſen werden.

c) Der einfachen Erſcheinung nach iſt im Grunde die Annäherung der Cörper untereinander eine *Nebenart der Annäherung durch die Schwere*. Letztere hat Beziehung auf einen groſsen Weltcörper, jene auf die Cörper ſeiner Oberfläche; beide hängen nicht urſprünglich von Feuer und Wärme, oder von gemiſchten Urſachen ab. Sie zeigen ſich beide ſo allgemein, und müſſen durch den ganzen Weltraum verbreitet ſeyn. Auch wirken ſie unaufhörlich.

d) Bey dieſer Allgemeinheit, und dieſer beſtändigen Wirkung, iſt es wol zum wenigſten eben ſo wahrſcheinlich, ihre beiderſeitige *Urſache nicht in den Cörpern* ſelbſt, *die genähert werden*, ſon-

dern aufser denfelben *zu fuchen*, da überdem diefe unaufhörlichen, aufserhalb dem Planeten felbft wirkfamen Kräfte, fogleich in fichtbare Thätigkeit kommen, fobald die zwifchen den Cörpern befindliche Hinderung gehoben ift. Der nicht unterftützte Stein fällt fogleich, die Flüffigkeit fteigt im Haarröhrchen, fobald fie es berührt.

e) Könnte uns irgend eine allgemeinere, mit den Thatfachen übereinftimmende Vorftellung für den Zufammenhang und die Einfachheit der ganzen Kenntnifs einen Vortheil gewähren, fo könnten wir uns hier, wo das Wahrfcheinlichfte einftweilen die Stelle des Wahren vertritt, die Näherung der Cörper gegen einander und gegen die Erde, als *Folgen eines äufsern Druckes* gedenken, *der wirkfam wird, fobald die Hinderung aufhört.*

f) Ohne fich die Erklärung der Grundkräfte, denen nur eine fchwache Vermuthung aus der Ferne folgen kann, auf der andern Seite anmafsen zu wollen, fo fieht man doch leicht, dafs die *Erklärung des Anhängens durch eine Anhänhängungskraft* gänzlich unbrauchbar ift.

§. 195.

Gewiffe Cörper zeigen, in ganzen Maffen an einander gebracht, wenig oder gar keine Neigung zum Zufammenhang.

a) Verfchiedene fefte Cörper werden, nachdem fie auf ihren Oberflächen geglättet worden, *mit Leichtigkeit*, felbft bey einem beträchtlichen Drucke, *an einander weg bewegt;* da hingegen andre unter denfelben Umftänden, und ohne dafs eben befondre Vorragungen fich bemerken lie-

liefsen, fich reiben, uud die Bewegung äufserft erfchweren.

b) *Queckfilber* wird *von keinem Cörper freywillig angezogen*, als von Gold, Zinn und Bley; doch erft alsdenn, wenn die berührende Oberfläche diefer Metalle fehr gereinigt ift.

c) Eben fo *behält ein Queckfilbertropfen* auf jeder Maffe, die nicht aus den befagten Metallen gemacht, oder fchon mit Queckfilber verbunden ift, *feine rundliche Geftalt*, und zerfliefst nicht. In Löfchpapier und Leinwand läfst fich das Queckfilber forttragen.

d) Daffelbe gefchieht aber auch mit dem *Waffer*, und ähnlichen Flüffigkeiten, die befonders *gegen einige feine pulverartige Subftanzen eine Abneigung* zeigen, wie z. B. gegen den feinen reifartigen Ueberzug der Pflanzenblätter, und gegen den Saamen vom Kolbenmoos. Auf einer Fläche, die mit letzterm beftreut ift, bleibt ein Waffertropfen rundlich, und eine ziemliche Waffermenge läfst fich in einer Leinwand erhalten, die man mit diefem Staube dicht überzogen hat.

e) Das Queckfilber bleibt in jeder nicht zu zähen Flüffigkeit für fich, und faft in derfelben Form, wie in der freyen Luft, und ein gleicher Fall zeigt fich bey gefchmolznen und hartgewordnen Metallen im Freyen, oder unter der Schlacke; aber auch andre, mehr *unter fich ähnliche Flüffigkeiten* zeigen, ohne befondre Mittel, *keine Verbindung*. So fliefsen fettes oder ätherifches Oehl und Waffer, Weingeift und gefättigte Auflöfung von Alcali, eine verfüfste Säure und ihre Naphtha, weder als Tropfen, noch in einer gröfsern Menge zufammen; die leichtere Flüf-

ſigkeit ſchwimmt oben, und alles, was geſchieht, iſt, daſs die obere Schicht genau auf der untern liegt. So kann man mit Behutſamkeit mehrere Flüſſigkeiten übereinander in abwechſelnden und abgeſonderten Schichten aufheben, ja wenn ſie ſich durchaus nicht vermiſchen, ſo werden ſie ſich ſelbſt nach dem Durcheinanderſchütteln wieder abſondern und ihre Stellen einnehmen.

f) Queckſilber in einem, nicht zu feinem Anhängen geſchickten, und Waſſer in einem, mit dem obigen Saamen ausgeſtreuten Gefäſse, wird *keinen erhöhten Rand zeigen* (§. 192. f.), ſondern convex, und in der Mitte am erhabenſten ſeyn. Auf dem Queckſilber *ſchwimmende Kugeln*, aus denen dazu ſchicklichen Metallen verfertigt (§. 195. b.), und andre, die dem Waſſer anhängen, *werden die Mitte der Flüſſigkeit ſuchen,* und ſich vom tiefern Rande dahin begeben, wo ſie eine gröſsere Menge von Theilen zur Berührung antreffen. Eben ſo, wie von dem niedrigern Rande, werden dieſe der Flüſſigkeit anhangende Kugeln durch die Nähe eines die Flüſſigkeit niederdrückenden, aber ihr nicht anhängenden Cörpers weggetrieben werden, wie wenn man nahe an der Kugel das Queckſilber mit dem bloſsen Finger niederdrückt, oder beym Waſſer daſſelbe bewirkt, nachdem der Finger mit dem Moosſtaube überzogen iſt.

g) Schwimmende Kugeln, die ſelbſt mit der Flüſſigkeit keinen Zuſammenhang haben, entfernen ſich von dem erhabenern Orte derſelben, er mag ſich an der Wand des Gefäſses, oder um einen die Flüſſigkeit anziehenden Cörper bilden (§. 92. g.).

h) In

h) In einem *gläsernen Haarröhrchen* steigt nicht nur das *Quecksilber* nicht höher, als es ausser der Röhre steht, sondern es bleibt sogar niedriger. Die Schwere, die sonst den gleichen Stand nothwendig gemacht hätte, ist sogar nicht vermögend, die Abneigung zum Anhängen zu überwinden. In die engsten Haarröhrchen dringt gar kein Quecksilber ein, und erst in einer Röhre, die mehr als einen halben Zoll Weite hat, wird der Unterschied der Höhe unmerklich.

i) *Giesst man* Quecksilber oder Wasser *aus einem*, diesen Flüssigkeiten *nicht anhängenden*, sonst aber geradrandigen, und eben nicht stark geneigten *Gefässe* (§. 192. m.), so fällt es in der geradesten Richtung herab, sobald es von dem Rande nicht mehr unterstützt wird.

k) Es scheint zwar, da die Metalle, als die schwersten Cörper, die geringste Neigung haben, andern Cörpern bey der Berührung anzuhängen, als wenn die specifisch schwerern Flüssigkeiten zur Anhängung an leichtre Massen nicht geschickt wären; allein dies ist bey weitem *kein allgemeines Gesetz.* Schon oben bemerkten wir die Anhängung des Quecksilbers an das leichtere Zinn und Bley, das nicht mit der Schwere im Verhältniss stehende höhere Aufsteigen in den Haarröhrchen (§. 192. k.), und die vollkommne Vereinigung von Flüssigkeiten mit sehr ungleichen Schweren (§. 192. e.). Ueberdem so kann man nicht einmal sagen, der leichtere Cörper hänge dem schwerern an, und nicht umgekehrt; indem ja beide Cörper auf gleiche Art das ihrige beytragen, und es geradezu unmöglich ist, zu bestimmen, welcher am stärksten von beiden wirkt.

l) Selbſt das *Anhängen* einer Flüſſigkeit an einen feſten Cörper iſt *nur ſcheinbar*, und von der Nachgiebigkeit der erſtern hergenommen. Bey den electriſchen und magnetiſchen Wirkungen kommen mehrere Beyſpiele vor, wo man blos dem Augenſcheine nach ſagen kann, ein Cörper werde von einem andern angezogen. Eine kleine Veränderung in Nebenumſtänden verurſacht gerade den umgekehrten Erfolg.

§. 196.

So, wie ſich ganze Maſſen anziehen, und an einander hängen, ſo verbinden ſich auch die fein zertheilten und einzeln unbemerkbaren Grundſtoffe der Cörperwelt.

a) Wenn wir feſte Cörper in ein möglichſtfeines Pulver zerreiben, ſo ſind ihre einzelnen Theile noch immer für das bewaffnete Auge deutlich zu unterſcheiden. Wenn wir dergleichen Pulver von ſehr verſchiedner Art noch ſo gleichförmig miſchen, noch ſo ſorgfältig zuſammendrücken, ſo kann zwar einige Feſtigkeit entſtehen, und das bloſse Auge nichts ungleiches mehr unterſcheiden; die einzelnen Stücke, die uns die Vergröſserung zeigte, können unter einander zuſammenhängen, aber die noch feinern Theile, die das Innere von jedem Stückchen ausmachen, bleiben unverändert: die Theile ſind nur gemiſcht, *neben einander gebracht*, aber nicht innig verbunden.

b) Soll dieſe *innige Verbindung* bewirkt werden, ſo iſt eine noch feinere Zertheilung nothwendig, als die, ſo durch mechaniſche Mittel möglich wird, Man findet dieſes Mittel in den Flüſſigkeiten, die weiter unten an verſchiednen Stellen noch

noch genauer beſtimmt werden können. Es iſt dieſe Zertheilung eine Fortſetzung der unter dem Namen des *Benetzens* bekandten Anhängung flüſſiger Cörper an feſte, und kein feſter Cörper wird von einem flüſſigen ſo zertheilt, wenn er nicht von ihm benetzt werden kann, obgleich die vorhandene Benetzung nicht allemal die Zertheilung folgern läſst.

c) Bey dieſer Zertheilung werden die Theile des feſten Cörpers ſo ſehr von dem flüſſigen aufgegenommen, daſs ſie nicht mehr zu unterſcheiden ſind, und höchſtens durch eine Veränderung der Farbe und Dichtigkeit des letztern ſeine Beymiſchung anzeigen. Eine ſolche einfache, oder die erſte Verbindung, nennt man eine *Auflöſung*, wenn ein feſter Cörper in einem flüſſigen verſchwunden iſt; ſind aber zwey flüſſige, oder zwey feſte geſchmolzne vereinigt worden, ſo nennt man es, obgleich kein weſentlicher Unterſchied dabey vorkommt, eine *Vermiſchung*. Dieſe letztere, wenn ſie durch Schmelzfeuer bewirkt wird, heiſst insbeſondre eine Auflöſung *auf dem trocknen Wege*, wiewol man auch jede andre, ohne Feuchtigkeit bewirkte Verbindung dahin rechnen kann; im Gegentheil werden die eigentlichen Auflöſungen als ſolche betrachtet, die *auf dem naſſen Wege* unternommen ſind.

d) Wenn man ſich einen einfachen Grundſtoff in Waſſer aufgelöſt denkt, ſo iſt das gewiſſermaſsen die einfachſte Verbindung. Aber durch dieſelbe wird das Waſſer ſowol, als der aufgelöſte Cörper, oder die ganze Miſchung ſelbſt, geſchickt, einen andern Grundſtoff aufzunehmen, welches weder das Waſſer, noch jener Cörper für ſich, würden gekonnt haben. So entſtehen die mei-

ſten chemiſchen *Auflöſungsmittel* und ſtarkwirkenden Geiſter (§. 49. c. d.); deren Verbindung mit andern Stoffen man nur inſofern als einfach anſehen kann, wenn man das Waſſer, als die allgemeine Grundlage dieſer Auflöſungsmittel, wegrechnen will. Dieſe Einfachheit und Vielfachheit kann aufs ſtrengſte nach der erworbnen Kenntniſs der wirklich einfachen Stoffe beurtheilt, in der Ausübung aber kann die letztre nach der verſchiednen Natur der Cörper, und der bald zu bemerkenden Sättigung, bald mehr, bald weniger weit getrieben werden.

e) Die Vermiſchung (§. 196. c.) kann ſich in vielen Fällen dadurch von der Auflöſung unterſcheiden, daſs eine äuſserſt geringe Menge des einen Cörpers ſich mit einer äuſserſt groſsen des andern Cörpers vollkommen verbinden kann; bey den meiſten Auflöſungen hingegen ſindet man, daſs ein gewiſſes flüſſiges Auflöſungsmittel nur eine gewiſſe verhältniſsmäſsige Menge eines beſtimmten feſten Cörpers aufnehmen kann (§. 74. g. 86. a. 99. c. 105. b. 106. c. 107. f.); iſt dieſes geſchehen, ſo nennt man die Auflöſung *geſättigt*, welches aber oft blos Beziehung auf jenen Cörper hat, und die Möglichkeit der Verbindung mit einem dritten u. ſ. w. nicht ausſchlieſst. Nebenumſtände können auch die *Sättigung* ändern, z. B. die verſchiedne Wärme.

f) Die neue Verbindung iſt oft ſo beſchaffen, daſs ſie nicht eher, als nach vollkommener Sättigung entſteht, immer ein *gleiches Verhältniſs ihrer Theile*, und daher auch gleiche Eigenſchaften zeigt (§. 26. b. f. 55. d.). Zuweilen aber entſteht ſie ſichtbar ſelbſt bey *verſchiednen Verhältniſſen ihrer Theile*, nach welcher Ungleichheit

heit auch die Eigenſchaften derſelben verſchieden ſind (§. 95. a. b. 69. b. 106. 107.).

g) Blos die Natur der Cörper, und die Art, wie ſie verbunden werden, nicht aber ein allgemeines Geſetz, entſcheidet wegen der Eigenſchaften, die die neue Verbindung haben ſoll. Zuweilen hat ſie in Durchſichtigkeit, Farbe, Schwere, und *in den Eigenſchaften* des übrigen Verhaltens *Aehnlichkeit mit ihren Beſtandtheilen*, bald weicht ſie hierinne von beiden ab, oder nähert ſich dem einen mehr, als dem andern. Alle dieſe Fälle ſind oft nach der Art der verbundnen Cörper, und aller Umſtände ihrer Verbindung ſehr beſtimmt, zuweilen aber werden ſie, ſo wie die Sättigung, durch Nebenumſtände verändert (§. 196. c.)

h) Die *Verbindung* wird entweder in einer zuſammenhängenden Menge von Flüſſigem, die es für ſich, oder durch Schmelzen geworden iſt, vorgenommen, oder ſie geſchieht *vermittelſt abgeſchiedner Dämpfe.* Sind die letztern trocken, ſo entſteht der neue Cörper aus ihnen in feſter Geſtalt, durch *Sublimation;* bildet er aber ſelbſt während der neuen Verbindung eine Flüſſigkeit, ſo nennt man ihn, da er tropfenweis geſammelt wird, *deſtillirt.*

i) Manche, für ſich, ohne Dämpfe bewirkte Verbindungen bleiben, wie die Producte der Deſtillation, *immer flüſſig*, andre hingegen nehmen eine feſte Geſtalt an, wodurch ſie ſich von der Auflöſung unterſcheiden. Zuweilen; wenn ſie äuſserſt geſättigt iſt, ſcheint ſie ſich ſelbſt durchaus in einen ſolchen Cörper zu verwandeln. Selten bildet er eine *gallertartige Maſſe* (§. 99. b. 102. b.); öfterer aber ſetzt er ſich in pulverartigen

gen Theilen zusammen. In diesem letztern Falle nennt man ihn einen *Niederschlag*, ein *Präcipitat*, wenn er sich in einer Flüssigkeit gebildet hat, ob es gleich Sublimate von ähnlicher Beschaffenheit giebt. Setzen sich aber die unsichtbaren Theile der Auflösung in einen Cörper von bestimmter eckiger, flächenförmiger, oder fasriger Bildung zusammen, so nennt man die Erscheinung eine *Crystallisation*, und diese findet bey allen Arten der Verbindung in gewissen Fällen statt. Diese äussern Formen hängen zuweilen bey einerley Verbindung auch von Nebenumständen ab; überdem hat man bey jeder vorliegenden Erscheinung das Wesentliche von dem Scheinbaren, die Entstehung von dem Erfolge, das Ganze vom Einzelnen wohl zu unterscheiden, um sie gehörig zu beurtheilen. So können lagenweis gebildete Cörper das Ansehen eines Präcipitats haben, ursprünglich aber aus äusserst zarten Crystallen bestehen, die sich niedersenkten, wie Staubtheile eines Präcipitats.

k) Manche Verbindungen geschehen sehr schnell, und haben die *auffallendste Aehnlichkeit mit der schnellen Anziehung ganzer Massen* (§. 192. b. h.). Dahin gehören z. B. die Wiederherstellungen der Metalle auf dem nassen Wege durch feine Oehle (§. 115. a.) und durch glänzende Metalle (§. 115. b.), die Färbung des mineralischen Chamäleons (§. 114. c.), die Entstehung des regenerirten Kalkes, Gypses und Schwerspathes (§. 78. a. 80. a. 86. b.), und einer Menge von Farben, die man als Probemittel anzuwenden pflegt (§. 28. a. 36. c. g. 60. e. 64. e.).

l) Selbst *luftartige Cörper* (§. 201. b.), da die Flüssigkeiten sind (§. 201. a. c — e.), *werden*

zu

zu Auflöſungen und Verbindungen geſchickt. Zuweilen bewirken ſie das durch wirklich beygemiſchte wäſsrige Auflöſungsmittel (§. 79. c. 114. f.), zuweilen aber ohne dieſelben, in welchem Falle ſie ſowol Auflöſungen vorſtellen (§. 53. b. 102. a—e.), als auch die in ihnen aufgelöſten Stoffe zu ſichtbaren Cörpern verbinden (§. 61. c. 155. b. 158. g.).

m) Wenn ſich zwey einfache Grundſtoffe mit einander vereinigen, wenn das Waſſer einen Cörper vollkommen auflöſt, ſo kann dieſes, ja es können oft noch mehrere Auflöſungen in derſelben Flüſſigkeit zuſammen geſchehen, ohne daſs man, weder eine Abſonderung in der Flüſſigkeit, noch eine auſser derſelben wahrnimmt. Hier *ſcheint die Verbindung gar keine Trennung verurſacht zu haben.* Die Vorſtellung iſt auch in gewiſſer Beziehung richtig; da aber ſelbſt die reinſten Grundſtoffe, wie ſie in der Natur vorkommen, immer noch mit einem andern verbunden ſeyn müſſen, ſo ſehen wir ſchon ſelbſt bey ihnen die Möglichkeit der Abſcheidung eines mit ihnen verbundnen Stoffs, indem ſie ſich mit einem andern verbinden. Die Wahlverwandſchaften (§. 197. b. c.) und die Betrachtung der Wärme werden uns dies noch deutlicher machen.

n) Weit bemerkbarer iſt die *durch Verbindung bewirkte Trennung bey zuſammengeſetzten Cörpern.* Indem ſich der eine Theil einer vorhandnen Verbindung mit einem fremden Stoffe verbindet, ſo wird der andre von ihm getrennt. So ſchnell als dieſe Verbindung vor ſich geht, ſo ſchnell muſs auch die Trennung bewirkt werden. Daher eine Menge von *plötzlichen Erſcheinungen* riechbarer und ſtarkwirkender Dämpfe, auffallender

Far

Farben, Knallungen, Niederschläge, Crystallisationen und Entzündungen, die zum Theil aus dem vorigen bekandt sind (§. 9. b. 24. 41. c. e. 45. g. 59. 62. 91. a. 115. b. 143. h.), zum Theil aber in der Folge berührt werden sollen.

o) Aus einer bey der Wärme zu bemerkenden Ursache entweichen *manche der getrennten Stoffe in einer luftförmigen Gestalt*, und steigen. wenn die Trennung unter einer Flüssigkeit geschieht, als Blasen, oft sehr schnell und häufig, mit vielem Geräusche empor. Diese Erscheinung nennt man das *Aufbrausen* (§. 3. b. 14. d. 49. a. 72. a. 97. b. 115. e. 140. b. 148. a.).

§. 197.

Die cörperlichen Grundstoffe verbinden sich nach ihren verschiednen Arten, und unter verschiednen Umständen nicht mit gleicher Stärke.

a) Die Salzsäure ist mit dem flüchtigen Alcali nicht so innig und ausschliesslich verbunden, dass diese Verbindung nicht durch einen fremden Cörper aufgehoben werden könnte. Wird die reinere Kalkerde mit dem Salmiak gemischt, so verbindet sich die Salzsäure mit ihr zu fixem Salmiak (§. 59. d.), und das flüchtige Alcali entweicht als riechbarer Duft (§. 59. a.). Setzt man aber zur Auflösung des fixen Salmiaks feuerbeständiges mineralisches Alcali, so verbindet sich die Salzsäure wieder mit ihm zu Kochsalz (§. 55. d.), und die Kalkerde fällt nieder. Setzt man zur Auflösung des Kochsalzes Gewächsalcali, so verläst die Salzsäure die vorige Verbindung, und bildet mit dem letztern Alcali Digestivsalz (§. 55. b.), wobey sich das ausgeschied-

ſchiedne Mineralalcali cryſtalliſirt (§. 54. b.). Auf dieſe Art hat alſo die Salzſäure am ſtärkſten Neigung ſich mit dem Gewächsalcali zu verbinden, weniger mit dem Mineralalcali, weniger mit der Kalkerde, und am wenigſten mit dem flüchtigen Alcali (Th. I. S. 374. Tab. d.). Da hier immer nur ein Cörper aus der vorhandnen Vermiſchung die neue Verbindung einging, ſo nennt man dieſe Folge der Erſcheinungen die *einfache Verwandtſchaft.*

b) Eine Auflöſung des Silbers kann, wenn auch das Brennbare nicht ganz getrennt wäre, doch, da es zur Herſtellung des Metalls nicht hinreicht, als eine einfache Verbindung der Säure mit der Silbererde gedacht werden. Queckſilber beſteht aber noch aus der Verbindung des Brennbaren mit dem Metallkalke; bringt man es in jene Auflöſung, ſo entſteht ein Tauſch der Beſtandtheile, das Queckſilber giebt ſeinen metalliſchen Grundtheil an die Säure ab, und die Flüſſigkeit wird zur Queckſilberſolution; die Silberkalktheile der erſten Auflöſung verbinden ſich mit dem Brennbaren des Queckſilbers, und bilden ein metalliſchglänzendes Silber. Kupferbleche ſtellen nach der nemlichen Regel laufendes Queckſilber aus der letztern Auflöſung, Bley ſtellt Kupfer, und Zinn ſtellt Bley metalliſch wieder her (§. 115. b.). Hier iſt die Ordnung umgekehrt, der Hauptcörper, der die Erſcheinung bewirkt, iſt das Brennbare, das ſeine vorige Verbindung einer neuen wegen verläſst. Es hängt am wenigſten am Zinke, denn dieſen konnte es vom Bleye, dem Bleye vom Kupfer, dem Kupfer vom Queckſilber, und dieſem vom Silber entzogen werden (Th. I. S. 374. Tab. c.). Der doppelte

Umtaufch, der dabey vorkommt, giebt diefer Folge den Namen der *doppelten Verwandtfchaft.*

c) Eine allgemeine Gegeneinanderftellung diefer Verhältniffe giebt die in der Chemie fo nothwendigen *Verwandtfchaftstafeln*, wobey man allerdings fieht, dafs in mehrern Fällen *ähnliche Grundftoffe*, z. B. die Kalk- und Schwererde (§. 85. d.), auch fehr *ähnliche Folgen der Verwandtfchaft* haben (Th. I. S. 374. Tab. a. b. S. 375. b. 376. c.). Gleichwol gründet fich diefe Kenntnifs blos auf die Erfahrung, und ftützt fich auf keinen aufser derfelben liegenden Grundfatz; ja die Folge der Verwandtfchaft wird fogar *auf dem naffen und trocknen Wege* (§. 196. c.) *fehr geändert*, wie hiervon die Sedativfäure (§. 68. d. e. Th. I. S. 374. Tab. a. b. num. 14. S. 375. b. 376. c. num. 2.) ein auffallendes Beyfpiel giebt.

d) So wie fich Grundftoffe durch eine gegenfeitige Neigung anziehen, fo *ftofsen fich* auch *gleichfam gewiffe Arten ab*, und werden dadurch oft die Urfache zur Abneigung ganzer Maffen (§. 195. e.). Diefer Mangel an Verwandtfchaft zeigt fich bey fcheinbar *einfachen Verbindungen*, deren einige fchon oben erwähnt wurden (§. 195. e.), zwifchen Waffer und Oehl, Waffer und Schwefel, Weingeift und gefättigter Auflöfung von mildem Alcali, Schwefel und Gold, Eifen und Queckfilber, Harn und Waffer beym Auflöfen der Gummiharze u. f. w.

e) Auch *bey doppelten Verbindungen* äufsert fich der Mangel an Verwandtfchaft, begünftigt dadurch die ftärkere Anhängung mit einem andern Cörper, und wird vortheilhaft benutzt. So gefchieht es, wenn die Abneigung des Goldes gegen

gen den Schwefel seine Verbindung mit dem Silber und den unedeln Metallen (§. 46. d.), oder wenn die Abneigung des Quecksilbers gegen das Eisen die Verbindung des letztern mit dem Schwefel (§. 115. h.) befördert. Eben so verbindet sich das Alcali leichter mit dem Wasser, da es eine Abneigung gegen den Weingeist hat (§. 143. a.).

f) Gleichwol kann die *Abneigung* zweyer Grundstoffe, oder gewisser Verbindungen, zuweilen *durch hinzukommende Mittelcörper aufgehoben* werden. So verbinden sich Wasser und Schwefel, Wasser und Oehl, Schwefel und Gold (§. 45. 46. e. 135. b.) durch Hülfe des Alcali, und dieses letztere verbindet sich mit Weingeist, wenn es die Luftsäure verlohren, und Feuerstoff dafür eingenommen hat (§. 143. a. b.).

g) Auch *Nebenumstände können die Abneigung aufheben.* Manche Cörper verbinden sich erst bey der feinsten Zertheilung, bey einem gewissen Grad von Wärme, bey einer lange fortgesetzten Einwirkung u. s. w.

§. 198.

Die Festigkeit der Cörper wird von der Anhängung in manchen Fällen merklich hervorgebracht.

a) Jemehr Kraft man anwenden muss, um die Verbindung einer Cörpermasse zu trennen, um so fester ist dieselbe. Thierische Kräfte und Gewichte können dieses versuchen. Genau *anschliessende Flächen erfordern einige Kraft mehr, als ihre Schwere nothwendig macht, um sie zu trennen;* eine an der Waage ins Gleichgewicht gebrachte Platte wird, nachdem sie die Oberfläche einer Flüssigkeit berührt hat, und mit ihr

zusammenhängt, ein starkes Gewicht brauchen, um von der Flüssigkeit losgerissen zu werden, und noch ungeheurer wird die Last seyn müssen, die man braucht, um kleine, genau schliessende, und durch Zwischenkunft einer nach und nach mehr erhärtenden Flüssigkeit verbundne Flächen von einander zu reissen.

b) Das letztre geschieht, wenn man z. B. die flachen Abstutzungen zweyer steinerner Walzen durch geschmolznes Fett verbindet, sie aber vor dem Erhärten des Fettes aufs möglichste an einander druckt, um alles Fett, was nicht unumgänglich zur Ausfüllung des mangelnden Anschlusses nöthig ist, auf die Seite zu schaffen. Liesse man mehr dazwischen, so würde der Zusammenhang geringer seyn, und die *Mehrheit der Berührungspuncte* der beiden Cörper selbst, deren Mangel nur durch die Zwischenmasse an den nöthigen Stellen ersetzt wird, ist die eigentliche Ursache der festen Verbindung; eine Sache, die auch bey einer Menge von künstlichen Zusammensetzungen ganzer Massen, als dem Anleimen, dem Kitten, Löthen u. d. in Anwendung kommt.

c) Selbst die *Auflösung und Vermischung* (§. 196. c.), als chemische Anhängungen, werden *durch eine grössere Menge von Berührungspuncten*, die man durch Verkleinerung ganzer Massen erhält, *befördert.* Daher gehen bey der ausübenden Scheidekunst, besonders bey der Metallurgie, eine Menge von Verkleinerungen vor den eigentlichen chemischen Operationen, in denen die Verwandtschaft wirksam ist, vorher (§. 120. e.).

d) Die merkliche *Festigkeit* wird auch *durch die Verwandtschaft der Bestandtheile* bewirkt. Ein Fall die-

dieſer Art, der mit dem vorigen noch etwas Aehnlichkeit zeigt, iſt die Wiederanziehung des Waſſers zweyer vitrioliſcher Mittelſalze, die es verlohren haben, des zerfallnen Glauberſalzes, und des gebrannten Gypſes (§. 80. d.). Sie erlangen beide eine Steinhärte durch die Wiedervereinigung eines Cörpers, der auch ſchon vorhin Urſach ihrer Feſtigkeit war.

e) De Niederſchläge und Cryſtalliſationen bey Vermiſchung flüſſiger Auflöſungen ſind ebenfalls Wirkungen einer durch Verwandtſchaft vermehrten Feſtigkeit, welche, ſie mögen nun durch wirkliche Verbindung (§. 78. a. 67. b. 86. c.), oder durch Ausſcheidung (§. 116. f.) hervorgebracht werden, immer die vorige Trennung der Theile aufheben. Bey beiden Producten wird die Feſtigkeit nicht allein durch den unſichtbaren Anſchluſs der Beſtandtheile (§. 196. c.), ſondern auch ſehr oft durch *genau an einander ſchlieſsende Lagen* (§. 198. b.), die ſich in verſchiedenen Zeiten übereinander geſetzt, und die groſse Maſſe gebildet haben, verurſacht.

f) Auch ſogar *luftförmige Auflöſungen geben* durch Verwandtſchaft (§. 61. c.), oder den Mangel derſelben (§. 102. a. e.), *feſte vorher unſichtbare* Maſſen.

§. 199.

Die Feſtigkeit der Cörper zeigt ſich in ſehr verſchiednen Abſtufungen.

a) Von allen Cörpern auf der Oberfläche unſers Planeten konnten wir ſagen, daſs ſie ſchwer wären, alle wurden gegen die Erde gedruckt, und nur die ungleiche Ausdehnung verurſachte ein ungleiches Verhältniſs der Cörper unter ſich

 ſelbſt.

felbſt. Der Zuſammenhang und die Feſtigkeit hängt aber blos von dem letztern Umſtande ab, ſo, daſs wir *blos ſagen können, ein Cörper ſey mehr oder weniger feſt als ein andrer*, aber eine allgemein beſtimmte Feſtigkeit kommt ihm nicht zu. Er wird immer einer ſchwächern Kraft widerſtehen, und einer ſtärkern unterliegen.

b) Diejenigen feſten Cörper, welche, bey übrigens gleichen Gröſsen und Geſtalten, einer gleichen Gewalt am ſtärkſten widerſtehen, werden *hart*, welche am wenigſten widerſtehen, werden *weich* genennt, ſo wie ein Eiſendrath und ein Wachsſtock von gleicher Stärke dieſes Verhältniſs zeigen.

c) Auſser der Härte und Weiche findet man bey bewirkter Trennung des Zuſammenhangs noch eine Ungleichheit der Eigenſchaft, die mit jenen ſehr verſchieden verbunden iſt. Cörper, bey denen die Trennung plötzlich erfolgt, heiſsen *ſpröde*, die ſie aber erſt nach einiger Nachgiebigkeit ihrer Maſſe verſtatten, heiſsen *zähe*. Ohne uns weiter auf die mannigfaltigen Mittelgrade, und darauf einzulaſſen, daſs noch eine ſpäter zu beſtimmende Eigenſchaft (§. 202.) mit ins Spiel kommt, wollen wir nur die Verbindung der obigen bemerken. So iſt unter den harten Cörpern das Eiſen zähe, der Knochen ſpröde, unter den weichen zeigt das Wachs in der mäſsigen Wärme die erſte Eigenſchaft, in der Kälte die letzte.

d) Ueberdem giebt es noch eine Menge von Maſſen, die man ſchon im gemeinen Leben kennt, und bey der Betrachtung der Natur ſowol, als ihrer Anwendung ſehr zweckmäſsig bezeichnet, welche durch *coexiſtirende Arten der Feſtigkeit,*

des

des Gefühls, *des Anfehens*, u. f. w. beftimmt werden. Dahin gehören die gallerigen, fchleimigen, fchlüpfrigen, klebrigen, fettigen, erdigen, glashaften, fpiegelnden, papierartigen, ledrigen Maffen u. d., die man hier nur als allgemeine Bezeichnungsarten anzufehen, und weder der Entftehung, noch den Beftandtheilen nach mit den Cörpern zu verwechfeln hat, wovon fie den Namen führen. So giebt es fettige Schwämme und Aepfel, lederartige Steine, fchleimige Mittelfalze, erdige Anfätze in Thieren, die alles das nicht find, was fie zu feyn fcheinen.

e) Mit der *Dichtigkeit*, welche bey den Cörpern die relative Schwere verurfacht, nimmt zuweilen, wie bey dem gefchlagnen Gold und Silber, die *Feftigkeit* zu; andre Cörper aber zeigen kein gleiches Verhältnifs beider Eigenfchaften. So ift Eifen und Kupfer weniger dicht und fchwer, aber weit fefter, als Bley und Gold.

f) Die *relative Feftigkeit* (§. 199. a.) kann durch die Gewichte beftimmt werden, die nöthig find, den Zufammenhang zu trennen. Man wird fich leicht vorftellen, dafs vielerley dazu gehören müffe, und die Fälle fo einzurichten, dafs fie einer wahren Vergleichung fähig find; dafs felbft bey einerley Cörper die Form, die Art, die Ausdehnung, der Ort der Kraft u. d. müffe bemerkt werden. Der Unterfchied in der Kraft beym Zerreifsen, oder beym Zerbrechen, fcheint nicht wefentlich zu feyn. Gemachten Erfahrungen zufolge riffen viereckige Stäbe, jede Seite zu $\frac{17}{100}$ Zoll Breite, aus deutfchem Eifen verfertigt von 1930 Pfunden, aus feinem Silber von 1156, aus fchwedifchem Kupfer von 1054, aus feinem Golde von 578, aus japanifchem

Kupfer von 573, aus englischem Zinne von 150 bis 188, aus reinem Bancazinn von 104, aus Malaccazinn von 91, aus Wismuth von 85 bis 92, aus goslarischem Zinke von 76 bis 83, aus Spiesglaskönig von 30, aus englischem Bley von 25 Pfunden.

§. 200.

Der geringste Grad der Festigkeit, oder des Zusammenhanges, bestimmt die Flüssigkeit, welche noch durch einige Eigenschaften bezeichnet wird.

a) Cörper, welche man flüssig nennt, wie das Wasser, Oehle, geschmolznes Wachs, fliessende Metalle u. d. *lassen sich* durch eine Kraft *zertrennen*, die selbst für den weichsten festen Cörper zu schwach gewesen wäre. Sie geben dieser Gewalt nach, und *entweichen dem Drucke* nach jeder Gegend, wo ihnen ein geringerer Druck entgegensteht.

b) Eben wegen dieser Nachgiebigkeit *zeigen* sie auch *sowol die Einwirkungen des Drucks der Schwere, als der Kraft des Zusammenhanges stärker*, als feste Cörper, sie ruhen horizontal, fliessen abwärts, treiben leichtere Cörper empor, steigen gegen die Berührung, breiten sich beym Benetzen aus, und erheben sich in der torricellischen, und in der Haarröhre; in allen diesen Fällen scheinen sie leidend zu seyn, und sind es, zwar nicht mehr als andre Cörper, nur sichtbarer.

c) Dieselbe Nachgiebigkeit der flüssigen Cörper, in welcher sie weit unter den festen stehen, giebt ihnen gleichwol auf einer andern Seite selbst über diese eine Gewalt, deren sogar feste Cörper gegen einander nicht fähig sind. Die Theile flüs-

flüssiger Cörper sind offenbar, so wenig wir sie einzeln darstellen können, am getrenntesten, und unter einander im geringsten Zusammenhange; diese Trennung muss feiner seyn, als die grösste mechanische Verkleinerung fester Cörper, deren einzelne Theile noch immer sichtbar sind. Bey dieser unsichtbaren Zartheit der flüssigen Theile, und bey ihrer Nachgiebigkeit, *werden sie in die feinsten Zwischenräume fester Cörper*, die eines Zusammenhangs mit ihnen fähig sind, *eindringen*, und dieses so lange fortsetzen, bis selbst der feste Cörper zu ähnlichen unsichtbaren Atomen verkleinert, und in die Flüssigkeit gleichförmig aufgenommen ist. So werden geschmolzne Cörper, das gewöhnlich geschmolzne Wasser, Oehle u. d., ja, wie wir gesehen haben, auch Luftarten, als Flüssigkeiten, entweder für sich, oder deswegen zu Auflösungsmitteln, weil sie Grundstoffe aufnehmen, die besondre Verwandtschaften zeigen, und noch andre mit der Flüssigkeit vereinigen.

d) Schon von dieser einen Eigenschaft, der Nachgiebigkeit und durchdringenden Kraft, hat man nicht nur die gewöhnlichen fliessenden und tropfenden Massen (§. 201. a. c. d.), sondern auch die unsichtbaren Luftarten (§. 201. a — d.), ja noch andre ideale, immer in Verbindung wirkende, und aus den Wirkungen andrer Cörper vermuthete Wesen, wie die Materie der Wärme, des Lichtes, und den Aether im physicalischen Sinne, *als Flüssigkeiten betrachtet*.

e) Feste gestossne, selbst rollende Cörper, die in Menge dicht an einander fortbewegt werden, reiben sich zu sehr, als dass der Stoss seine Richtung lange in ihnen äussern könnte. Aber

flüſſige Cörper, deren Theile ſehr gering zuſammenhängen, und bey denen ſich kein Reiben denken läſst, werden ſowol ſchneller, als auch länger, von dem erhaltnen Stoſse bewegt. Indem ſich eine ganze Menge von Flüſſigkeit nach einer Richtung begiebt, die. wenn wir keine Anziehung geſtatten wollen, immer von einem Stoſse abhängen muſs, ſo bildet ſie dadurch einen *Strom.* Dieſe Wirkung ſcheint nicht nur den gröbern, ſondern auch den feinſten Flüſſigkeiten eigen zu ſeyn, und die geſammte Natur — durch unſichtbare Urſachen in Bewegung zu ſetzen.

f) Gerade das, was die Bewegung einer Menge feſter Cörper erſchweren würde, die *Forttreibung durch eine lange,* und immer mehr *verengerte Röhre,* das verſtärkt die Bewegung eines Stromes. Bey Spritzen, Springbrunnen, Zug- und Löthröhren, Blaſebälgen und dergleichen Dingen, die unten (§. 203. a. b.) noch mehr bemerkt werden ſollen, hat man ſich dieſer Verſtärkung häufig bedient.

g) Feſte Cörper können zwar auf verſchiedne Weiſe dichter und lockerer gemacht werden, aber beides nicht in dem hohen Grade, wie die flüſſigen, und unter dieſen wieder die luftartigen mehr, als die tropſbaren. Die *Verdichtung* ſowol, als die *Verdünnung,* wird theils durch die ungleiche Temperatur, theils durch den Zug dichter Cörper, auf eine mechaniſche Art bewirkt. Um die merkwürdigen Erſcheinungen, die ſich bey Verdünnung und Verdichtung luftförmiger Cörper zeigen, betrachten zu können, nimmt man dieſe Veränderung *unter einem gläſernen Gefäſse* vor, dem man, aus guten Urſachen (§. 207. f.), die

die Geſtalt einer walzenförmigen oben gewölbten Glocke giebt, und der Bequemlichkeit wegen umgekehrt auf einen horizontalen Teller ſtellt, welcher mit der Oeffnung durchbohrt iſt, durch welche die Luft vermindert oder vermehrt wird. Um alle Einmiſchung der äuſsern Luft zu verhüten, iſt der Teller von Metall, und vollkommen flach, ſo wie der darauf ruhende Rand der Glocke; man ſchleift den letztern matt, beſtreicht ihn mit Fett oder Waſſer, auch legt man wol ein Leder, das mit einer von dieſen Materien durchzogen iſt, unter den Glockenrand, um den feſten und ſichern Anſchluſs zu verſtärken. Wird die Luft vermindert, ſo druckt die Luft von auſsen ſchon die Glocke feſt; ſoll ſie aber verdichtet werden, ſo iſt es nothwendig, dieſelbe mit einer ſtarken Befeſtigung durch Schrauben auf den Teller anzudrücken. Wegen der dabey gebrauchten Feuchtigkeiten iſt der Rand des Tellers ſowol, als ſeine Zugöffnung, etwas über die gerade Fläche erhoben.

h) Die *Verdünnung und Verdichtung* der Luft unter der Glocke wird *in einem Raume bewirkt, der* vermittelſt der Telleröffnung *mit dem Raume unter der Glocke zuſammenhängt*, und gemeiniglich gröſser iſt, als der letztere, um die Arbeit nicht zu ſehr zu verlängern. Aber die Mittel zur Veränderung ſind ſehr verſchieden. So hat man die Verdünnung ſchon durch *Ablöſchung glühender Kohlen* hervorgebracht, aber dieſes eingeſchränkte Verfahren hat keinen Werth; als, nur die Möglichkeit darzuthun.

i) Eine ſchicklichere, und nur etwas weniger unbequeme Art, die Luft zu verdünnen, giebt das *Queckſilber* an die Hand. Dieſe luftdichte und

ſchwere Flüſſigkeit hemmt nicht allein allen Zutritt der äuſsern Luft zu einem Raume, der durch ſie davon getrennt wird, ſondern, wenn ſie ſich ihrer Schwere nach, unter der vorigen Bedingung, von jenem Raume entfernt, ſo wird er gröſser, ohne an Luft gewonnen zu haben, und dieſe letztere wird folglich ausgedehnt und verdünnt. Man hat wirklich Einrichtungen gemacht, dieſe Verdünnung blos durch Queckſilber zu bewirken.

k) Die Verdünnung durch Queckſilber iſt zwar in ihrer Art, wegen des genauen Anſchluſſes ſehr vollkommen, und der Verdünnung in der torricelliſchen Röhre gleich, woher man den durch ſie verdünnten Raum auch die *torricelliſche Leere* genannt, und als die vollkommenſte betrachtet hat. Aber hier, wo nicht die Glocke, ſondern der Raum unter ihr, mit Queckſilber gefüllt iſt, wird, ſelbſt bey der beſchwerlichen Wiederholung, der Zweck nicht ſo vollkommen erreicht, und eben ſo wenig iſt die Schwere des Queckſilbers hinlänglich, eine ſtarke Zuſammendrückung der Luft zu bewirken. In dieſer Rückſicht erhält man nicht nur eine ſtärkere Verdünnung, ſondern zugleich, bey umgekehrter Behandlung, ein Mittel zum Verdichten, wenn man, eben ſo, wie es das Queckſilber durchs Fallen bewirkt, eine Veränderung des Raumes durch den *Zug eines genau anſchlieſsenden Stempels* in einer Röhre hervorbringt. Die Gewalt, welche man anwenden kann, wenn die gezähnte Stange des Stempels durch eine Kurbel mit einem Radgetriebe bewegt wird, übertrifft die vorigen ſehr, und hebt die Schwierigkeiten, die ſich bey groſser Veränderung der Dichtigkeit einfinden.

Wäre

Wäre der Inhalt der Röhre, in welcher der Stempel geht, dem Inhalt der Glocke gleich, so würde bey dem ersten Zuge die Luft in der Glocke nur halb so dicht seyn, als vorher, beym zweyten um ein Viertel, beym dritten um ein Achtel, u. s. w. Aber so vollkommen, wie in der torricellischen *Leere*, wird die Verdünnung in dieser nie, welche man mit Unrecht die *boylische* nennt, aber billig von ihrem Erfinder, dem Deutschen Otto *Guericke*, benennen sollte.

l) Da man, wenn sich von Anfang Luft unter der Glocke befindet, erst durch wiederholte Veränderung des Raumes eine sehr merkliche Verdünnung für gewisse Erscheinungen bewirken kann, so ist es nöthig, die Luft unter der Glocke jedesmal in dem ebenerlangten Zustande zu erhalten, und indess den ziehenden Cörper wieder so nahe als möglich, für einen folgenden Zug, an den Glockenraum zu bringen, ohne von aussen dichte Luft hinzuzulassen. Dieses geschieht auf eine doppelte Weise, theils durch *Hähne*, die nicht weit von dem Glockenraume an der engen Verbindungsröhre angebracht sind, oder durch *Ventile*, die sich bey der Verdünnung öffnen, um die Luft aus dem Glockenraume zu lassen, sich aber verschliessen, wenn der ziehende Cörper, das Quecksilber oder der Stempel, wieder gegen den Glockenraum bewegt wird. Die Hähne sowol als die Ventile, von welchen letztern noch mehr zu sagen ist (§. 203. c.), sind gemeiniglich doppelt, für die eben angezeigte Oeffnung und Verschliessung des Glockenraumes, und für die Auslassung der ausgezognen Luft bey der Rückwärtsbewegung. Zuweilen hat man auch nur ei-

einen, zu beiden Zwecken besonders eingerichteten Hahn.

m) Um die Verdichtung und Verdünnung der Luft nach ihren *Graden* zu bestimmen, hat man verschiedne Mittel angewendet, die aber an einem andern Orte (§. 203. f.) schicklicher zu betrachten sind.

n) Die bisher angezeigten wesentlichen Stücke zur künstlichen Veränderung der Luftdichtigkeit (§. 200. g — m.) geben in den mannigfaltigsten Verbindungen und Verschiedenheiten, wenn sie zur Verdünnung der Luft eingerichtet sind, die sogenannten *Luftpumpen*, die auch bey gehöriger Beschaffenheit zur Verdichtung können gebraucht werden.

§. 201.

Die sichtbaren Flüssigkeiten sind selbst noch in der Dichtigkeit verschieden, tropfbar, oder luftförmig.

a) Beide Flüssigkeiten können besonders dargestellt werden, und eigentlich sieht man nur am deutlichsten *eine Art in der andern*, da sie sich nicht sogleich, nie in Uebergängen, und oft niemals vermischen. Beide sind sichtbar zu machen, keine blos vermuthete Wesen, und sie sind schwer, wie alle uns bemerkbare Cörper. Die luftförmigen, als die ungleich leichtern, werden in die Höhe gedruckt, ruhen auf der begrenzten Horizontalfläche der tropfbaren, und scheinen sich in der gesammten Luftmasse um den Planeten, und so fort im Himmelsraume zu verliehren. Als schwere Cörper sind sie aber an den Planeten gebunden, manche sinken wirklich selbst in der Luft, und bilden nicht weniger begrenz-

grenzte, nur für das Gesicht unbemerkbare Schichten (§. 140. b. 79. e.). Einige sind sogar gefärbt.

b) Dadurch, dass sich die luftförmigen Wesen in den tropfbaren Flüssigkeiten abgesondert zeigen, entsteht ihre künstliche *Sammlung in dem sogenannten pnevmatischen Apparate;* den ich schon oben beschrieben habe (§. 3. a.). Doch habe ich auch angemerkt, dass einige dieser Luftarten unter Wasser, andre aber schicklicher unter Quecksilber könnten gesammelt werden (§. 39. a.).

c) Beide Arten von Flüssigem hängen sich zwar an festen Cörpern an, und lösen manche in der Folge auf (§. 196. b. 1.), aber jenes Anhängen ist blos bey den tropfbaren auch durch das Gesicht zu empfinden, und heisst das *Benetzen.*

d) Beide Arten sinken in specifisch leichtern Flüssigkeiten. Sinkt eine Luftart in einer leichtern, so geschieht es unsichtbar, und wird nur aus dem Erfolge erkannt. Hingegen alle andre Flüssigkeiten fallen in der Luft in rundlichen Massen, oder in *Tropfen* herab, wenn man von einer grössern Menge sich nur soviel durch den Druck der Schwere trennen lässt, als nöthig ist, um nicht mehr mit der ganzen Menge in Verbindung zu bleiben. Reisst sich von einer Menge am Rande eines geneigten Gefässes nur soviel los, als der Zusammenhang zu erhalten vermag, so wirkt er auf alle nachgiebige Theile dieser losgerissenen Masse von aussen gleichförmig, und bildet eine Kugel. Eine ähnliche Trennung geschieht, wenn eine Menge der Flüssigkeit in der Luft herabstürzt, und von dem Widerstande der letztern gespalten wird, welches so weit gehen kann, dass die Tropfen zuletzt die Gestalt eines feinen

Staubes annehmen, zwar auch herabsinken, aber, wegen ihrer Kleinheit, von den vorhandnen Strömungen der Luft leichter getragen und bewegt werden.

e) Beide Arten von *Flüssigkeiten* sind *als Ausdehnungen blos äussere Formen*, welche mehr oder weniger alle Grundstoffe und ihre Verbindungen anzunehmen fähig sind. Diese Grundstoffe haben Verwandtschaften, durch welche sie auflösen können, und äussern sie am stärksten in der flüssigen Form. Auf eine tausendfache Weise werden diese Flüssigkeiten als *Auflösungsmittel* im menschlichen Leben nutzbar, aber man würde sie nicht behandeln können, wenn es nicht *Substanzen* gäbe, *auf welche die meisten keine Wirkung hätten.* Dahin gehören das Glas und das Gold, durch welche selbst die auflösende Kraft der Atmosphäre gehemmt wird, obgleich jeder von diesen Cörpern von einem gewissen Grundstoffe, sogar in der luftförmigen Gestalt, aufgelöst werden kann (§. 53. b. 102. a — e.).

f) Wenn die beiden Arten von Flüssigkeiten gleich sehr selten eine solche Verwandtschaft gegen einander haben, dass sie sich plötzlich verbinden, so findet doch wieder bey den meisten eine langsamere Vermischung, oder gegenseitige Auflösung statt. Die Auflösung der tropfbaren Flüssigkeit in der luftförmigen nennt man die *Verdünstung*. Geht sie langsam vor sich, so bemerkt man blos die Abnahme der tropfbaren Flüssigkeit, bey grösserer Schnelligkeit aber, wenn die luftförmige kälter, oder sonst nicht zu leichter Aufnahme der tropfbaren geschickt ist, so entweicht die letztre in sehr kleinen Theilen, die einen sichtbaren *Dampf* bilden, erst nach und

nach

nach vollkommen aufgelöſt werden, und verſchwinden. Daſs die Verdünſtung eine wahre Auflöſung ſey, zeigt die Aehnlichkeit der Umſtände, unter denen ſie geſchieht, und befördert wird. Sie erfolgt ſchneller, je mehr die Oberfläche der tropfbaren Flüſſigkeit durch Verkleinerung oder ſtarke Bewegung vergröſsert wird (§. 198. c.), und bey mehrerer Wärme. Ein langſames Uebergehen der tropfbaren Flüſſigkeit in die luftförmige iſt nicht bekandt, und die Oberfläche der erſtern bleibt immer begrenzt.

g) Umgekehrt werden auch luftförmige Flüſſigkeiten von tropfbaren aufgelöſt, oder *verſchluckt.* Man ſieht dieſes ſowol an der Verminderung der erſtern, als daran, daſs die letztere die Natur von jener angenommen hat. Manche chemiſche Proceſſe gründen ſich auf dieſe Verſchluckung (§. 2. b. 3. c. 1. c. e. 113. c.), und die chemiſchen Geiſter (§. 39. h. 49. d. 72. b.) ſind eigentlich durch Verbindung ſolcher Stoffe mit tropfbaren Flüſſigkeiten entſtanden, die für ſich, in der ſtarken Eigenſchaft, die ſie dem Geiſte mittheilen, luftförmig würden erſchienen ſeyn.

h) Beide Auflöſungen richten ſich nach den Geſetzen der chemiſchen Verwandtſchaft (§. 197. c.), und ſind nach derſelben verſchieden. Sehr ſchnell werden einige tropfbare Flüſſigkeiten aufgelöſt (§. 146. a.), und umgekehrt (§. 49. c. 78. c.); andre hingegen zeigen wenig oder gar keine Neigung ſich zu verbinden.

i) Beide Auflöſungen zeigen nach der Beſtimmtheit ihrer Grundſtoffe auch ein gewiſſes Verhältniſs der *Sättigung* (§. 196. e.). Was die mit luftförmigen Weſen durchdrungne Feuchtigkeit anlangt, ſo kann man die Grade bis zur möglich-

ſten

ſten Sättigung, je nachdem dadurch Leichtigkeit oder Schwere vermehrt wird, auſser andern, durch die ſchon beſchriebnen Aräometer meſſen; die Sättigung der Luft mit Feuchtigkeit wird aber durch ſolche Cörper gemeſſen, welche gegen die Feuchtigkeit eine groſse Verwandtſchaft haben, und durch Anziehung derſelben merklich verändert werden. Eine ſolche Verwandtſchaft wird, auſser dem Weltauge, noch bey manchen Thonſteinen angetroffen, die nicht nur die flieſsende Feuchtigkeit begierig anziehen, ſondern auch die aufgelöſte ſehr beſtimmt nach ihrer vorhandnen Menge aufnehmen, dadurch ſchwerer werden, und in Verbindung mit einem Waagebalken an einer Scale das Verhältniſs anzeigen können. Gewöhnlich bedient man ſich aber zu dieſen *Feuchtigkeitsmeſſern* oder *Hygrometern* thieriſcher Theile, die ſehr empfindlich gegen die Feuchtigkeit ſind, durch ſie verlängert, bey der Trockenheit aber verkürzt werden. Hierzu dienen Häutchen, die bey ſtärkerer Spannung Queckſilber in einer gradirten Röhre höher hinaufdrücken, oder mit Zeigern verſehene Saiten und Haare, wovon man die letztern durch eine alcaliſche Lauge noch empfindlicher gemacht hat. Nur ſehr unbeſtimmt zeigen auch noch auſserdem mehrere Cörper (§. 29. a. 36. b. 57. f. 59. d. 76. c. 99. a. b. 106. c. 158. d. e.) durch ihr Zerflieſsen oder oberflächliches Naſswerden die in der Luft befindliche Feuchtigkeit an.

§. 202.

Die beſondre Art des Zuſammenhanges, nach welcher die Cörper einer Gewalt nachgeben, aber, ſo

ſo bald ſie zu wirken aufhört, ſich in den vorigen Zuſtand verſetzen, wird ihre Elaſticität genennt.

a) Platten und Stäbe von Horn, oder geſchlagenem Metall, können, ohne zu zerbrechen, gebogen, ſtarkgeſtopfte Küſſen können zuſammengedrückt, Leder und leimige Gallerten können, ohne zu zerreiſsen, gedehnt werden, und alle dieſe Cörper *gehen*, wenn die gewaltſame Wirkung aufhört, *wieder in ihre vorigen Grenzen zurück.* Das Federharz läſst ſich dehnen, und zieht ſich zuſammen; in eine hohle Kugelform gebildet, dehnt es ſich nach dem Zuſammendrücken wieder aus.

b) *Auch die Flüſſigkeiten*, die luftförmigen ſowol, als die tropfbaren, laſſen ſich zuſammendrücken, und *dehnen ſich wieder aus.* Bey den erſtern aber iſt dieſe Eigenſchaft weit merklicher, und mannigfaltiger. Wenn man die Röhre einer Spritze verſtopft, und den ganz zurückgezognen Stempel gegen dieſes Ende drückt, ſo wird die zuſammengedrückte, zwiſchen dem Stempel verdickte Luft nicht nur die weitere Fortreibung hemmen, ſondern, wenn die Gewalt nachläſst, ſelbſt den Stempel wieder zurücktreiben. Mit Luft erfüllte Thierblaſen nehmen vom Druck eine breite Geſtalt an, ründen ſich aber, ſo bald er aufhört. Die mit Gewalt in der Windbüchſe comprimirte Luft zeigt die heftigſte Ausdehnung des Schieſspulvers, ſo bald ſie frey auf die vorgelegte Kugel wirken kann. Ein umgekehrt in das Waſſer getauchtes Gefäſs wird, ſo wie die Taucherglocke, nicht mit Waſſer gefüllt, aber die Luft wird etwas zuſammengedrückt. Eine ähnliche Zuſammendrückung leidet die Luft in den

den cartesischen Teufelchen, und sie hört ebenfalls mit dem Drucke auf, der sie verursacht. Wird die Luft in einem Gefäſse verdichtet, das nur eine zarte Oeffnung hat, und zum Theil mit Waſſer gefüllt iſt (Heronsball), ſo drückt die Luft bey gehöriger Stellung auf das Waſſer, und treibt es in einem langen Strahle hervor.

c) Durch die *Wärme* wird *die Ausdehnung und Elaſticität der Luftarten* gewaltig *vermehrt*, oft ſo ſtark, daſs ſie den Zuſammenhang der Gefäſse trennen. Solche Zerplatzungen kommen häufig bey den chemiſchen Arbeiten vor, und erfordern viele Vorſicht: ſind die Gefäſse aber ſtark genug, und enthalten ſie auſser der Luft noch eine tropfbare Flüſſigkeit mit einem ſchwerauflöslichen Cörper, ſo wird oft durch die Rückwirkung der elaſtiſchen Luft dieſe Auflöſung bewirkt, die ſonſt beynah unmöglich geweſen wäre. Dies iſt der Gebrauch des *papiniſchen Topſes* oder Digeſtors.

d) Schon die freye *atmoſphäriſche* Luft *zeigt* auf verſchiedne Weiſe ihre *Elaſticität*. In der Tiefe iſt ſie, wie eine jede Flüſſigkeit, mehr, als oben, gedrückt, ſchwerer, wirklich mehr verdichtet, und zugleich elaſtiſcher. Auſser dieſer durch Schwere erlangten beſtändigen, bekommt ſie auch noch hie und da eine örtliche und vorübergehende Elaſticität, durch Veränderung der Wärme, und durch Beymiſchung, von welcher die örtlichen oder beſondern Windſtröme der ſtärkſte Erfolg ſind. Ueberhaupt zeigt die Luft ihre Elaſticität, wenn ſie die untere Seite groſser Wolken flach druckt, den hoch herabfallenden Strom, noch ehe er die Erde erreicht, in Staub zertheilt, und wenn ſie, ſo wie das Waſ-

ſer,

ſer, einer ſtark in ihr bewegten Fläche einen Gegenſtoſs giebt.

e) So wie ſich die *Elaſticität der luftförmigen Cörper* ſtärker durch Verdichtung, als bey andern, vermehren läſst, ſo hat man auch gefunden, daſs ſie *nicht abnahm*, wenn man die Luft mehrere Jahre unter einem gewaltſamen Druck erhielt. Bey feſten Cörpern verhält ſich das anders (§. 207. f.).

f) Es giebt *eben ſo wenig ein allgemeines Geſetz*, welches uns der Urſache der Elaſticität näher führen könnte, als bey den übrigen Arten der Anhängung zwiſchen ganzen Maſſen, und einzelnen Grundſtoffen. Hie und da laſſen ſich Aehnlichkeiten zwiſchen mehrern Erſcheinungen bemerken, aber im Ganzen ſcheinen ſie ſich oft zu widerſprechen. Die Elaſticität kann, ſo wie das Zuſammenhängen überhaupt (§. 194. a. b. f.), weder durch Vorausſetzung der Gegenwart feiner Theile von ähnlicher Beſchaffenheit, noch einer innern Kraft von ähnlicher Benennung ſchicklich erklärt werden.

§. 203.

Die Elaſticität der Cörper, vorzüglich der flüſſigen, verurſacht eine Menge Bewegungen, indem ſie dahin wirkt, wo ſie den geringern Widerſtand antrifft.

a) Wenn man eine mit Waſſer oder Luft gefüllte Blaſe drückt, und ſie an verſchiednen Stellen öffnet, ſo werden die Ströme dieſer *Flüſſigkeiten nach allen Seiten entweichen, an welchen ſie dazu Gelegenheit finden.* Ein ähnlicher mechaniſcher Druck findet bey dem Zuſammendrücken der Blaſebälge, dem Einſtoſsen der Stempel in Spri-

tzen und Pumpen ſtatt. Aus dem Heronsball (§. 202. b.) treibt die durch Inſtrumente, durch das Einblaſen, oder durch die Wärme elaſtiſcher gewordne Luft den Strahl der Flüſſigkeit hervor. In den Waſſertrommeln, wodurch friſche Luft in die Berggruben geführt, oder ſonſt der Luftzug benutzt werden kann, und in Einrichtungen zu künſtlichen Schmelzverſuchen in gewiſſen Luftarten, wird die Luft durch fallendes Waſſer gedruckt, und entweicht durch beſtimmte Röhren; in dem Heronsbrunnen aber iſt das Waſſer, das eine kleine Fontäne ausſpritzt, die Urſache des fortgeſetzten Springens, indem es in ein Behältniſs, das mit Luft erfüllt iſt, herabfällt, die Luft zuſammendrückt, und dieſe auf die Waſſermenge drücken läſst, die mit der Sprungröhre in Verbindung ſteht.

b) In den vorigen Fällen wurde die Flüſſigkeit von einem wirkſam gewordnen Drucke dahin getrieben, wo für gewöhnlich kein eben ſo ſtarker oder ſtärkrer Widerſtand war. Umgekehrt kann auch die *Flüſſigkeit von einem beſtändig fortdauernden Drucke dahin getrieben werden, wo jetzt erſt der gleiche Gegendruck vermindert worden.* Ein ſolcher allgemein vermittelnder fortdauernder Druck iſt der, welchen die uns umgebende, und ſelbſt gepreſste Luft äuſsern kann. Die Verminderung des Gegendruckes auf der andern Seite wird durch die Verdünnung der Luft bewirkt, die man, ſo wie die Verſtärkung der Elaſticität, ſowol durch mechaniſche Urſachen, als durch die Wärme erhält. Erwärmt man ein Gefäſs mit einer engen Oeffnung, und folglich die in ihm enthaltne Luft, ſo wird letztre ausgedehnt, und zum Theil herausgetrieben. Was

zurück-

zurückbleibt, ist bey demselben Raume viel verdünnter und widersteht weniger, als die äufsere Luft, so bald die ausdehnende Wärme nachläfst. Stellt man die enge Oeffnung in eine tropfbare Flüssigkeit, so wird dieselbe von der äufsern Luft in die Höhlung getrieben werden, die mit einer dünnern, weniger drückenden Luft erfüllt ist. Eben so drückt die Luft unter der Haut des thierischen Cörpers gegen die Höhle der Schröpfköpfe, die durchs Feuer verdünnte Luft enthalten. Die Entfernung des Stempels in dem Cylinder der Spritzen und Pumpen, der Wände der Blasebälge, der Brust und der Backen saugender Thiere, bewirken dieselbe Verdünnung, und denselben Erfolg.

c) Auf die wechselnde Wirkung der verdichteten und verdünnten Luft (§. 203. b.), und die gegenseitige Bewegung von Flüssigkeiten überhaupt, gründet sich der mechanische *Gebrauch der Ventile.* Sie sind Aeste, über den Oeffnungen von Höhlen befindliche Cörper, die von einem gewissen Strome aus oder in die Höhle von der Oeffnung abgestofsen, von dem entgegengesetzten aber an sie angedrückt werden. Ihre Einrichtung ist übrigens sehr verschieden, sowol in Ansehung der Bildung, als des Ortes. Sie bestehen aus Deckeln mit Gewerben, aus dünnen Blasen und Häuten, aus freyliegenden Kugeln und Platten, oder aus Massen, die durch Zapfen in ihrer Lage gesichert sind u. s. w. Der Ort, wo sie angebracht sind, richtet sich nach dem Zweck. Soll in einer Höhle die Luft verdichtet werden, so hat sie nur ein Ventil, welches die Luft, die von aufsen durch den Stempel gedruckt wird, hinein, aber, wenn der äu-

ſsere Druck aufhört, nicht wieder heraus läſst, ſondern, von dem elaſtiſchen Rückdrucke gepreſst, die Oeffnung verſchlieſst. Bey der Verdünnung iſt es umgekehrt. In beiden Fällen kann man die neue Luft im erſten hinzu, und die verdünnte Luft im letztern, zwiſchen dem Stempel und Ventile, durch eigne Oeffnungen herauslaſſen, aber beides wird bequemer, wenn man *in dem Stempel ſelbſt ein Ventil*, jedesmal von entgegengeſetzter Einrichtung anbringt. So wird, um nur ein Beyſpiel anzuführen, indem der Stempel zur Verdünnung zurückgezogen wird, das Ventil zur Höhle, worin die Luft verdünnt werden ſoll, geöffnet, das am Stempel aber von der äuſsern Luft geſchloſſen; geht der Stempel wieder vorwärts, ſo ſchlieſst die von ihm gepreſste Luft jenes Ventil, öffnet aber dieſes, und entweicht durch die Oeffnung des Stempels ſelbſt. Bey oft wiederholten Verdünnungen haben die Ventile nur den Nachtheil, daſs das ungleiche Verhältniſs der Luftdichtigkeiten zuletzt ſo wenig merklich wird, daſs es die Ventile nicht mehr zu heben vermag. Die doppelten Ventile, wie ſie eben bey der Verdünnung bemerkt wurden, werden im Waſſer zu den Pumpen gebraucht, wo das durch das Stempelventil beym Niederdrucken des Stempels entwichne Waſſer, bey einem neuen Zuge des Stempels, während daſs neues Waſſer unter dem Stempel aufſteigt, über ihm emporgetragen, und bis zur Auslaufsröhre gebracht wird. In dem Parkerſchen Glasgeräthe, worin das Waſſer mit Luftſäure vereinigt wird, ſteigt die letztere luftförmig durch ein vielfach und zart durchbohrtes Glasſtück, treibt ein Ventil in die Höhe, und geht

geht in einer Menge Luftblasen durch das darüberstehende Wasser, welches, so bald die elastische Luft nicht mehr aufsteigt, das Ventil wieder zurückpresst.

d) Durch die *Verdünnung der Luft* unter der Glocke der Luftpumpe, oder in einem andern Gefäss an ihrer Stelle, *wird die Wirkung der ungleich drückenden Luft*, wegen des möglichen hohen Grades, *am merklichsten.* Eine schlaffe, nur mit wenig äussrer Luft gefüllte Blase, schwillt unter der Glocke bey dem Verdünnen der sie umgebenden Luft auf; Teig und ähnliche weiche Massen thun dasselbe, wegen ihrer eingeschlossnen Luft. Aus Flüssigkeiten, und zwar am schwersten, je zäher sie sind, wird die Luft in Blasengestalt entbunden. Bey der Betrachtung der Wärme können wir uns wieder an diese Erscheinung erinnern. Die cartesischen Teufelchen verliehren ihre Luft, und sinken; dasselbe geschieht auch mit andern zelligen und porösen Cörpern. Ein zum Theil mit Luft, zum Theil mit Flüssigem gefülltes, verschlossnes, und blos durch eine zarte Röhre sich öffnendes Gefäss, in dem sich die Flüssigkeit zwischen der Luft und dem Ausgange befindet, wird eine Fontäne zeigen, wenn die innere Luft auf die Flüssigkeit drückt. Auch auf die Gefässe, unter denen die Luft verdünnt wird, wirkt der Druck der äussern Luft. So wird die Glocke fest an den Teller angedrückt, hat man aber ein Gefäss mit flachen Seiten statt der Glocken aufgesetzt, oder über einen, oben offnen Cylinder, eine Blase gespannt, so werden beide gemeiniglich von der aussen aufdrückenden Luft zerpresst. Zwey metallene Halbkugeln von keiner ganzen Elle im

Durchmesser wurden, nachdem die Luft zwischen ihnen ausgepumpt war, so stark von der äusern zusammengedrückt, dass vier und zwanzig Pferde sie nicht zu zerreissen vermochten.

e) Das *Aufhören von* zweyen so ähnlichen Erscheinungen, *dem Leben und Brennen* (§. 6. b.), die Nichtentzündung des Schiesspulvers, und die Nichtentstehung der Funken vom Stahle, welche in der verdünnten Luft erfolgen, lassen sich nicht blos aus der Verdünnung, sondern aus der Verminderung des dazu nöthigen Grundstoffs (§. 6. d.) beurtheilen. Die Thiere scheinen in gleichen Zeiten nur eine gewisse Menge dieses Stoffes (§. 7. f. 9. d.) nach ihrer besondern Natur zu brauchen; daher sterben einige, die auch sonst nur wenig bedürfen, sehr langsam in der verdünnten Luft, ja einige scheinen darin unbezwinglich, und geben bey starken Verdünnungen selbst Luft von sich, die sie vielleicht noch länger erhält. Indessen leiden sie allerdings auch von der Ausdehnung der innern Luft, die ihrem Baue Gewalt anthut, so wie die Pflanzen, die auch im luftleeren Raume verderben.

Noch andre Erscheinungen, die daselbst vorkommen, das Sinken des Barometers (§. 203. i.), das gehemmte Laufen des Hebers (§. 203. g.), das Steigen des Quecksilbers (§. 203. f.), das Sinken des Rauchs (§. 203. h.), das Aufhören des Schalles (§. 206. b.), werden wir an andern schicklichen Stellen betrachten.

f) Die *Grade von Verdichtung und Verdünnung* können wir am füglichsten durch den Gang des Quecksilbers in gläsernen Röhren bestimmen. Um die *Verdünnung zu messen*, kann man eine torricellische Röhre, die etwas länger ist, als die

die Queckſilberſäule, die von der Luft getragen wird, am obern, hier offnen Ende, mit dem Glockenraume an irgend einer ſchicklichen Stelle, durch die Glocke, den Teller, oder die Zugangsröhre verbinden, das untere Ende aber in ein Gefäſs mit Queckſilber ſtellen. Auf dieſe Weiſe wird das Queckſilber mit jedem Zuge höher ſteigen, bis es der Höhe am nächſten kommt, die es in dem reinſten torricelliſchen Raume (§. 200. k.) durch den Druck der äuſsern Luft zu erreichen vermag. Die andre Art, die Verdünnung zu meſſen, beſteht darin, daſs man eine Glasröhre unter dem Glockenraume, zugleich mit demſelben, auspumpt, ſie bey ihrem luſtfeſten Anſchluſſe mit dem untern offnen Ende auf Queckſilber, das unter dem Glockenraume ſteht, herabdrückt, und die äuſsere Luft hinzuläſst. Dieſe treibt das Queckſilber, je nachdem die Verdünnung ſtärker war, höher hinauf. Durch das Herausnehmen und Schieflegen der Röhre wird der Grad noch beſſer beſtimmt, da ſich alsdenn die Schwere weniger einmiſcht.

Zum *Meſſen der Verdichtung* dient Queckſilber, das an dem einen offnen Ende einer mit Luft erfüllten Glasröhre eingelaſſen, und von dieſer Luft gehindert wird, das andre zu erreichen. Steht ſie mit den Röhren, worin die Verdichtung geſchieht, in Verbindung, ſo wird mit jeder Zunahme der Dichtigkeit das Queckſilber mehr gegen das andre Ende gedruckt werden.

g) Wenn man gebogne mit einer tropfbaren Flüſſigkeit erfüllte Röhren mit den Oeffnungen nach unten kehrt, ſo iſt das Auslaufen der Flüſſigkeit nicht nach der Beugung, ſondern nach dem Verhältniſs der Länge der Schenkel verſchieden.

 Sind

Sind beide Schenkel einander gleich, ſo wird die Schwere auf gleiche Weiſe die in ihnen befindliche Flüſſigkeit drucken, und das Auslaufen wird aus jedem Schenkel geſchehen. Iſt der eine aber länger, ſo iſt hier mehr Maſſe, oder vielmehr eine höhere Säule der Flüſſigkeit, und ein ſtärkerer Druck; die Flüſſigkeit muſs alſo eher auslaufen, als aus dem andern. Aber wenn ſie hier auslaufen wollte, ſo würde durch die Trennung ein leerer Raum entſtehen, gegen welchen von beiden Hälften der Flüſſigkeit gedruckt würde. Da die Schwere aber im längern Schenkel durch die Schwere abwärts gedrückt wird, ſo iſt hier der Druck nach aufwärts geringer; der Druck der Luft gegen den kürzern Schenkel wird dadurch ſtärker, und die Flüſſigkeit von der Oeffnung des kürzern nach dem längern, und zu ſeiner Oeffnung herausgetrieben. Dieſe Folge von Erſcheinungen ſieht man deutlich, wenn Luft in der Beugung zwiſchen den beiden angefüllten Schenkeln übrig iſt. Dieſelbe Richtung des Druckes zeigt ſich fortdauernd, wenn man den kürzern Schenkel in eine groſse Menge Flüſſigkeit ſtellt. welche die Luft ſo lange in die Röhre hinaufdrückt, als die Oeffnung des kürzern Schenkels ſie noch berührt. Uebrigens iſt es gleichviel, ob man die gebogne Röhre, vorher angefüllt, auf die angezeigte Weiſe in die Flüſſigkeit bringt, oder nach dieſer Stellung am längern Ende durch Saugen u. d. die Flüſſigkeit vors erſte herüberzieht. Dieſe gebogne Röhre, welche durch die Schwere den Gegendruck vermindert, und den Druck der Luft auf der andern Seite verſtärkt, wird der *Heber* genennt. Durch eine Nebenröhre kann man

das

das Saugen am Unterende ſchicklich vermeiden, welches bey chemiſchen Behandlungen ſehr bequem iſt. Wird das Unterende wieder aufwärts gebogen, und endigt es ſich in eine zarte Oeffnung, ſo entſteht eine Fontäne. Unter der Glocke hört der Heber zugleich mit dem äuſsern Luftdrucke auf zu laufen. Noch iſt zu bemerken, daſs bey dem fortlaufenden Heber das Verhältniſs der Schenkel nicht von ihrer wirklichen Länge, ſondern von der Entfernung von der Flüſſigkeit zur Beugung, und von der Beugung zur Unteröffnung des längern Schenkels abhängt; ſo daſs alſo eine gleichſchenkliche Röhre ein Heber wird, wenn der eine Schenkel tiefer eingetaucht wird.

h) So, wie in dem vorigen Fall die niederdrückende Schwere die Elaſticität der Luft in Thätigkeit ſetzt, ſo thut es auch die Schwere, wenn ſie leichtere Luftarten in die Höhe druckt. So iſt die brennbare Luft leichter als die atmoſphäriſche (§. 18.), aber ſelbſt dieſe wird verhältniſsmäſsig *leichter durch Erwärmung.* Um ein glühendes Eiſen über flammenden Cörpern zeigen ſich beide Umſtände zugleich, die Luft iſt daſelbſt etwas phlogiſtiſch und ſtark erwärmt. Die eigentlichen Montgolfieren, die mit erwärmter Luft gefüllt ſind, ſteigen daher in die Höhe, jedoch nur ſo lange, als dieſe Ausdehnung dauert. Gedenken wir uns nun das Aufſteigen einer leichtern Luft eben ſo, als das Steigen ſchwimmender Cörper, ſo müſſen wir uns den *Andrang der druckenden Luft nach derſelben Richtung* vorſtellen, *nach der das Steigen bewirkt wird*, auch muſs er ſo lange dauern, als die Urſache des Steigens, oder der Nachgiebigkeit

auf

auf einer Seite, erneuert wird. So schwillt eine, mit atmosphärischer Luft nachläßig gefüllte Blase in freyer erwärmter Luft, und ein Licht wird deutlich durch einen Luftstrom in die Unteröffnung eines Windofens hinein getrieben, aus dessen Zugröhre die erwärmte Luft oben entweicht. Der Rauch sinkt unter der Glocke der Luftpumpe, und selbst in freyer Luft nimmt er nach der Ungleichheit des Luftdruckes verschiedne Gestalten des Steigens und Ausbreitens an. Ausser jener Leichtigkeit der Luftarten kann auch durch einen seitwärts gehenden Luftstrom, fast wie durch das sinkende Wasser im Heber, eine Nachgiebigkeit bewirkt, und die Luft am andern Ende der Röhre zum Eindringen gebracht werden. Alle diese Anlagen können als *Ventilatoren* dienen, verdorbne Luft aus einem Raume fortzuschaffen, und reinere herbeyzuziehen. Die Raketen steigen, indem sie die Ursache des Empordrückens augenblicklich erneuern, so wie die Luftballons deswegen, weil die Ursache nicht so bald aufhören kann.

i) Das Quecksilber wird in der torricellischen Röhre von der Schwere der Luft getragen, da der leere Raum über demselben weniger widersteht. Dieser Druck aber ist nicht blos von der gleichwirkenden Schwere abhängig, sondern auch von der Elasticität der Luft, die eben durch den Druck der Schwere in den tiefern Gegenden grösser ist, als in den höhern, wodurch das Quecksilber zu ungleichen Höhen getrieben wird. Ausser diesem Unterschiede, der, so wie seine Ursache, die Schwere, fortdauert, giebt es noch eine andre örtliche und vorübergehende Ungleichheit der Luftelasticität, die eben so gut, wie

wie jene, durch die torricellische Röhre, welche man von dieser Anwendung, *Barometer*, oder Schweremesser genennt hat, bestimmt wird. Da die Elasticität, welche hier wirkt, oft, aber nicht immer zugleich mit der Dichtigkeit, und folglich mit der Schwere zunimmt, so sieht man, daſs jene Benennung nicht vollkommen schicklich ist. Durch Rechnungen hat man bey Vergleichung des Druckes, welcher nöthig ist, die 28 Zoll hohe Quecksilbersäule zu tragen, die Stärke gefunden, mit welcher Flächen von gewissen Gröſsen den *Luftdruck* auszustehen haben, der freylich in der gleichen Luft durch einen Gegendruck aufgehoben wird. Eine Fläche von 1 Zoll ins Gevierte erhält einen Druck von 16 Pfunden, eine Kreisfläche von 1 Zoll im Durchmesser einen Druck von $12\frac{4}{7}$ Pfund. Ein Barometer, das unter die Glocke der Luftpumpe gebracht wird, fällt mit jedem Zuge, der die äuſsere Luft verdünnt, und ihre Druckkraft schwächt.

Die Weite der Barometerröhre darf nicht zu gering seyn, weil sich sonst das Quecksilber zu beschwerlich in derselben bewegt, und die besten sind anderthalb bis zwey Linien weit. Das Quecksilber muſs rein und gekocht seyn, damit es keine Luft enthält, die sich im leeren Raume sammeln, und ihn verderben könnte. Die Scale, welche die Grade der Veränderungen angiebt, befindet sich nur am obern Ende der Quecksilbersäule, wo das Steigen und Fallen geschieht, auf einen Raum von drey Zollen eingeschränkt. Die Barometer selbst haben vorzüglich zweyerley Einrichtungen. Das eine besteht aus der langen torricellischen Röhre, die am Unterende entweder in ein weiteres Gefäſs mit Queck-

ſilber geſtellt, oder daſelbſt wieder aufwärts gebogen iſt, und ſich ſogleich nach der Beugung beträchtlich erweitert. In beiden Fällen wird das auſserhalb der Röhre befindliche Queckſilber ſelbſt bey dem niedrigſten Falle in der langen Röhre nicht ſehr hoch getrieben, ſo daſs die Verlängerung dieſer zweyten Säule durch ihre Schwere, dem Fallen der erſtern wenig Hinderung ſetzen kann. Hierzu muſs der weitere Raum den Durchmeſſer der Röhre wenigſtens zehnmal übertreffen. Man erfand dieſe Einrichtung, das *Capſelbarometer*, weil man die zweyte, welche eine zweyſchenkliche Röhre vorſtellt, für fehlerhaft hielt. Denn in derſelben, oder dem *Heberbarometer*, ſteigt das Queckſilber in dem Schenkel, der dem Luftdrucke ausgeſetzt iſt, wenn es in dem andern, dem torricelliſchen, ſinkt, aber jenes Steigen ſetzt dieſem Fallen Hinderniſſe, und deswegen wählte man die vorige Einrichtung, wo das Steigen unmerklich iſt. Gleichwol hat man das Heberbarometer zu feinern Beobachtungen geſchickter, und durch Gegenrechnungen beider Schenkel Mittel gefunden, das wahre Steigen in ihm zu beſtimmen. Einer Menge andrer Barometer, die eine gröſsere Empfindlichkeit zeigen ſollten, und oft ſehr complicirt ſind, eignen die Mathematiker keine wahren Vorzüge vor der einfachen Einrichtung zu.

Da gewöhnlich, obſchon nicht immer, die Luft bey Wind und Regen eine geringere Elaſticität beſitzt, als bey heiterm und gleichen Wetter, ſo hat man die Barometer auch wegen des Steigens und Fallens, ſo ſie dabey zeigen, Wettergläſer genennt.

k) Das

k) Das *Manometer* (§. 190. b.) zeigt, wie das Barometer, nur auf eine andre Art, die Veränderung der Luftdichtigkeit. Da sein eignes Sinken und Steigen nicht sehr beträchtlich ist, und die feinern Veränderungen nicht wohl zu bemerken wären, so kann man das Werkzeug dadurch brauchbarer machen, wenn man die verlängerte Zunge des Waagebalkens sich an einem mit Graden bezeichneten Kreisbogen bewegen läſst, wodurch denn kleine Veränderungen deutlich bestimmt werden.

§. 204.

Die Cörper haben nach ihrer verschiednen Festigkeit, und nach dem innern Zusammenhange überhaupt, mehr oder weniger die Eigenschaft, den empfangnen Stoß zu erwiedern und fortzupflanzen.

a) Wenn man den in ein Stück Holz getriebnen Keil einer Axt mit einem Hammer in das Holz treibt, oder auf den Handgriff einer Axt, an welcher das Eisen locker geworden ist, schlägt, ohne jedoch in beiden Fällen, weder den Klotz noch die Axt zu unterstützen, sondern wenn man sie blos in freyer Luft hält, so wird gleichwol *von dem entgegengesetzten Schlage* das Holz *aus der freyen Luft* gegen den Keil, und das Eisen der Axt gegen den Handgriff getrieben werden.

b) Wirft man einen *weichen Cörper gegen einen ähnlichen, oder gegen einen harten*, so wird er nicht selbst zurückgeworfen, sondern seine Theile, die noch im Zusammenhange bleiben, befinden sich zwischen zwey Kräften, dem Stoſse und dem Widerstande, sie suchen zwischen beiden auszuweichen, so viel es ihr eigner Zusam-

fammenhang verftattet, und der Cörper wird platt.

c) Wirft man einen *fehr elaftifchen Cörper gegen einen feften und harten*, fo wird er faft mit einer ähnlichen Gewalt, als mit welcher er geworfen wurde, zurückprallen. Da nun die übrigen harten Cörper immer mehr oder weniger Elafticität befitzen, oder erhalten können, fo ift das Zurückprallen derfelben nicht minder einiger Elafticität zugefchrieben worden.

d) Eben fo wird umgekehrt auch der *Widerftand eines elaftifchen Cörpers*, oder der Stofs zum Rückprallen ftärker feyn, den er einem Cörper mittheilt, welcher gegen ihn geftofsen wird. Immer werden elaftifche Cörper beym Stofse ihre Figur verändern, aber im nächften Augenblicke, da fie fie wieder erhalten, mit vermehrter Stärke zurückfchlagen. Elaftifche Cörper tanzen, wenn fie auf harte Flächen fallen, und eben fo thun es harte Cörper auf elaftifchen Flächen, da die Rückwirkung noch bey Wiederholungen ftark bleibt. Die Flüffigkeiten find auch elaftifch (§. 203. b.), und wirken auf fefte Cörper zurück, wenn fie anders eine folche Einrichtung haben, dafs fie den Zufammenhang einer ganzen Maffe von Flüffigkeit, und ihre gefammte Wirkfamkeit nicht aufheben. Diefes gefchieht, wenn fie in breite und gehörig dünne Flächen geformt, und weder zu dünn find, um von dem Widerftande zu zerbrechen, noch zu ftark, um ihn ganz zu vernichten. Das langfame Sinken breiter Flächen in Luft und Waffer, und der Rückftofs des Waffers gegen die Ruderflächen geben hiervon Beweife.

e) Das

e) Das *Zurückprallen* der Cörper kann *auf eine sehr verschiedne Weise* nach den Umständen vor sich gehen, nachdem der eine Cörper fest, blos ruhend, oder selbst, und zwar in welchem Verhältnifs der Geschwindigkeit gegen den andern ankommenden bewegt wird; nachdem sich die Gröfsen und Schweren beider Cörper, und ihre besondern Arten des Zusammenhanges gegen einander verhalten. Nach diesen verschieden mit einander verbundnen Fällen werden nach dem Stofse beide Cörper ruhen, einer oder beide, und zwar mit gewissen Geschwindigkeiten von einander zurückprallen; ein Theil der angewandten Gröfsenlehre, die Dynamic, bestimmt diese Erfolge, jedoch nach bestimmten Voraussetzungen der obigen Umstände, die sich aber in der Natur selbst, zumal in Rücksicht auf die Arten des Zusammenhangs, so rein und genau nicht angeben lassen, und einer Menge von Abstufungen unterworfen sind.

f) Die Cörper geben nicht nur den *empfangenen Stofs* zurück, sondern sie *pflanzen ihn auch auf naheliegende Cörper* fort, und dieser fortgepflanzte Stofs benimmt nicht nur der Kraft des Rückpralles etwas, sondern äufsert sich auch, mehr oder weniger, selbst. Weiche Cörper, die einen Stofs empfangen, werden dadurch in ihrer Bildung bleibend verändert, elastische theilen ihre Erschütterungen oft einer langen Reihe naheliegender Cörper mit; ja wenn der Stofs stark war, so wird auch wol der letzte freye Cörper fortgeschnellt, wenn die übrigen in der Mitte, die blos zur Mittheilung des Stofses dienten, ruhig in ihrer Stellung bleiben.

g) Alle hier betrachtete Rückwirkungen, zu denen selbst die Fortpflanzung des Stosses gehört, hängen offenbar von der Art des Zusammenhanges der Cörper ab, und sind am vollkommensten bey der elastischen. Befindet sich der elastische Cörper im Stosse gegen einen harten, oder hat er einen solchen hinter sich, wenn er selbst gestossen wird, so können wir uns immer eine undurchdringliche nicht nachgebende Masse vorstellen, welche den elastischen Cörper zwingt, bey seiner Wiederausdehnung einen Rückstoss zu bewirken. Wenn wir aber bedenken, dass der geringste Stoss selbst durch den ganzen Planeten fortgepflanzt werden, und ihn aus der Stelle rücken müsste, wenn keine verhältnissmässig entgegendrückende Ursache vorhanden wäre; ferner, dass blos elastische Cörper sich wieder abstossen, und dass in freyer Luft eine fremde Kraft dem Stosse gerade entgegenwirkt: so müssen wir einen *äussern, auf alle Cörper wirkenden Druck* annehmen, welcher selbst in den Flüssigkeiten der Luft und des Himmelsraumes eine Elasticität hervorbringt, die sie sowol zur Fortpflanzung (§. 204. f.), als zur Erwiederung (§. 204. a — e.) aller in ihnen vorgehenden Aeusserungen von Kraft, als Druck, Stoss u. d. geschickt macht. Und dieser Druck dürfte derselbe seyn, der den Zusammenhang verursacht.

§. 205.

Die Richtung des Zurückprallens steht mit der Richtung des Stoßes in einem gewissen Verhältniß.

a) Die *Wirkung des Stosses* geht bey der einfachsten Cörperbildung, bey der Kugel immer *nach dem Mittelpuncte der Grösse und der Masse.* Bey an-

andern zusammengesetzten Formen findet dasselbe statt, und wir haben beym Hebel das dahingehörige betrachtet, aber eine weitere Anwendung wäre hier nicht schicklich. Wenn eine Kugel so auf eine andre stöfst, dass die *Stofslinie* der ankommenden Kugel gerade *durch den Berührungspunct bis zum Mittelpuncte der gestofsnen Kugel* fortgesetzt wird, so begreift man leicht, dass die letzte in derselben Richtung müsse fortgetrieben werden. In allen andern Fällen aber, wo die stofsende Kugel immer mehr von der Seite kommt, so dass die *Linie des Stoßses mit der Linie der Berührung einen Winkel macht*, so wird die Bewegung nicht nach der erstern, sondern nach der letztern vor sich gehen, und also auf den Mittelpunct des gestofsnen Cörpers Beziehung haben.

b) Wirft man eine elastische, zum Rückprall aufgelegte Kugel in der geradsten Richtung gegen eine Fläche, so wird die Linie der Berührung gerade in die Linie des Stofses kommen, und die Kugel wird in derselben Richtung wieder zurückgeworfen werden, in welcher sie ankam.

c) Wird hingegen diese Kugel *in einer schiefen Richtung angeworfen*, so *springt* sie *nach der entgegengesetzten Seite*, in derselben schiefen Richtung über die Fläche erhoben, von ihr zurück. Gerade um so viel die schiefe Linie des Stofses von der Verticallinie der Fläche abweicht, so viel weicht die Linie des Zurückpralles von ihr auf der andern Seite ab, oder der *Einfallswinkel ist dem Winkel des Ausfalls gleich.*

d) Diese *Uebereinstimmung der Schiefheit* ist eben so zu beurtheilen, wie dieselbe Gleichheit des Falls bey dem schiefen Wurfe; nach dem An

prallen wirkt zwar der widerſtrebende Cörper gegen die Mitte der Kugel, und ſollte ſie in der verticalen Linie von ſich abſtoſsen; aber in der ſchiefen Linie des Ankommens, als in der Linie einer zuſammengeſetzten Kraft, liegt auch eine Richtung nach der Horizontallinie gegen die andre Seite, und eben darum ſollte die Kugel beym Rückprall zwiſchen der Vertical- und Horizontallinie mitten durchgehen. So bald aber bey dem Stoſse die Richtung ſich der Verticallinie mehr genähert hat, ſo wird auch beym Abſtoſsen der Widerſtand kein vollkommnes Mittel halten, und um eben ſo viel der ſenkrechten Linie näher ſeyn.

e) Bey dem Rückfall nach dem ſchiefen Wurfe, und bey dem Aufſteigen des Penduls findet man zwar, daſs beide ſchiefe Linien einander an Neigung und an Höhe gleich werden, aber bey dem Rückprall ſcheint das Streben nach einer gleichen Höhe des Ausfalls mit dem Einfall, nicht ganz die beſtimmende Urſache der Gleichheit der Winkel zu ſeyn. Wenn eine Kugel *bey einem ſehr ſchiefen Winkel weniger ſtark wieder zurückgeworfen wird*, und eine gröſsere Höhe erreicht, wenn ſie unter einer Linie anſtöſst, die der ſenkrechten näher kommt, ſo ſcheint ſie, als ein elaſtiſcher Cörper, in dem letztern Falle ſtärker beym Anprall flach gedruckt zu werden, ſo daſs eben dadurch auch mehrere Theile ihrer Oberfläche dem Gegendrucke ausgeſetzt werden, und in Verhältniſs eine ſtärkere Wirkung entſtehen muſs, als im Gegentheil.

f) Uebrigens ſo erfolgt dieſe doppelte Beſtimmung des Ganges und der Stärke, es mag ein elaſtiſcher Cörper auf einen ruhenden harten, oder ela-

elaſtiſchen, oder es mag ein harter Cörper auf einen ruhenden elaſtiſchen geworfen werden. Selbſt von Flüſſigkeiten kann eine ſolche Abprallung geſchehen, wenn ſie anders ſchnell genug, und in einer ſehr ſchiefen Richtung anſtoſsen.

§. 206.

Die Erſchütterungen elaſtiſcher Cörper werden durch das thieriſche Werkzeug des Gehörs auf eine beſtimmte Weiſe empfunden.

a) Schlägt man mit einem dünnen Cörper, ohne groſse Schnelligkeit, durch die Luft, ſo wird ſie nach und nach zum Ausweichen gebracht, und das geſchieht ohne Schall. Wenn man mit demſelben Cörper, und derſelben Geſchwindigkeit und Stärke, auf einen harten ſchlägt, ſo wird der Stoſs hörbar ſeyn, und ſchlägt man auf einen elaſtiſchen Cörper, ſo entſteht wol gar ein angenehmer Klang. Wenn die Thiere durch die Lungen *Töne* hervorbringen, oder daſſelbe durch Blaſebälge geſchieht, wenn beym Entzünden des Schieſspulvers beym Löſen der Windbüchſe, bey einem Windzuge, beym Schlagen der Peitſchen, beym Zerſpringen durch elaſtiſche Dämpfe, und beym Zerbrechen eines luftleeren Gefäſses das Gehör eine Empſindung hat, ſo wird in allen dieſen Fällen die Luft, *ein elaſtiſcher Cörper ſchnell durch einen Stoſs erſchüttert*, den ein mechaniſcher Widerſtand, oder die eigne Ausdehnung verurſacht.

b) Die Erſchütterung des elaſtiſchen Cörpers gelangt entweder durch ihn ſelbſt, oder durch eine Vermittelung zum Gehörwerkzeug. In dieſem letztern ſindet ohnehin immer eine ſolche mittelbare Fortpflanzung bis zum empſindenden Ner-

 ven

ven ſtatt. Etwas taube Perſonen hören den Klang eines elaſtiſchen Cörpers, und ſelbſt Worte, die gegen ihn ausgerufen werden, wenn ſie ihn ſelbſt, oder einen feſten elaſtiſchen Cörper, welcher auf jenem liegt, mit den Zähnen berühren. Ein unelaſtiſcher Cörper würde dieſe Fortleitung wenig oder gar nicht bewirken. Das gewöhnlichſte Mittel der Fortleitung iſt die Flüſſigkeit, welche die Thiere umgiebt, die Luft und das Waſſer; beide ſind elaſtiſch. Wird die Elaſticität der Luft unter der Glocke vermindert, ſo hört der in dieſem Raume immerfort erregte Schall nach und nach auf, hörbar zu ſeyn; wenn anders die Wände des Raumes, welche auf die äuſsere Luft wirken könnten, ſorgfältig vor der Schütterung bewahrt ſind. So wie die Luft nach ihrer mehrern oder mindern Elaſticität die hörbaren Schütterungen feſter Cörper mehr oder weniger fortpflanzt, ſo geſchieht es auch umgekehrt. Eine elaſtiſche Fläche wird durch die aus der Luft erhaltnen Schütterungen ſelbſt in Bewegung kommen, denſelben Ton erwiedern, ihn alſo verſtärken und eine *Reſonanz* geben; da hingegen Blasinſtrumente von weicherer Maſſe nie ſo ſtark klingen werden, als mehr elaſtiſche, und die Verbindung eines weichen Cörpers mit einem elaſtiſchen wird die Schütterungen des letztern in den nachgebenden Theilen des erſtern ausbreiten laſſen (§. 204. b.), den Rückprall und die Fortpflanzung mehr oder weniger aufheben (§. 204. f.) und alſo den Schall *dämpfen*.

c) Nach den bleibenden und gewöhnlichen Verſchiedenheiten der Elaſticität gewiſſer Cörper, als nach der die von äuſsern Umſtänden abhängt (§. 207.

(§. 207. f. g.), mufs die Fähigkeit, erfchüttert zu werden, und was damit verbunden ift, die Schütterung fortzupflanzen, in den mannigfaltigften Abftufungen verfchieden feyn. So find die Arten der Metalle von *ungleicher Fähigkeit zum Klang*, ja ein und daffelbe Metall nach der Verfchiedenheit der Form; die gemeine Luft ift oft merklich zu einer Zeit mehr als zur andern aufgelegt den Schall fortzupflanzen, und in höhern Gegenden ift der Schall wol nicht blos wegen Mangel der Rückprallung fchwächer, als in tiefen Thälern.

d) Ein ftark klingender elaftifcher Cörper zeigt während feiner Schütterung, wenn er eine beträchtliche Ausdehnung und Feinheit hat, oft eine folche *Schwingung*, dafs man feinen Umrifs nicht deutlich unterfcheiden kann; ein blos harter Cörper zeigt nichts dergleichen, das Ohr hört den Schall nur einmal, da es hingegen bey dem klingenden oft deutlich hinter einander folgende Verftärkungen, als neue Stöfse, bemerken kann. Berührt man den fchwingenden Cörper, fo hört auf einmal die Undeutlichkeit des Umriffes, zugleich mit dem Klange, auf, und diefe Schwingungen zeigen fich nirgends ftärker, als bey Cörpern, die ihrer Figur wegen zu einer wechfelnden Ausdehnung oder Schwankung am gefchickteften find, wie dünne Flächen und Fäden. Auf den Flächen theilt fich die Erfchütterung feinen Sandtheilchen, die man darauf geftreut hat, auf eine bewundernswürdige Weife mit, und fie werden, wenn die Flächen reine Töne geben, in regelmäfsige, und nach der Verfchiedenheit der Töne in verfchiedne, aber beftimmte Figuren angehäuft. Hier dienen feine

bewegliche Theilchen eben ſo, einen unſichtbaren Strom oder Stoſs durch ſeine Spuren ſichtbar zu machen, wie bey der Electricität und dem Magnetiſmus.

e) *Eine Art von muſicaliſchen Inſtrumenten wird mechaniſch erſchüttert*, und theilt dieſe Erſchütterung der Luft mit. Dahin gehören alle geſpannte Saiten, die geriſſen, geſtrichen oder geſchlagen werden, nebſt den metallenen und hölzernen Stäben, den Schellen und Glocken, die durch Anſtoſs eines harten Cörpers klingen, und die Glascörper, die durch Reiben mit feuchten Fingern oder andern Cörpern in die ſchönſte Schwingung gerathen, und wovon die Einrichtung der Harmonica bis jetzt am berühmteſten iſt.

f) *Die andre Art empfängt ihre Schwingungen von der Luft*, hat aber zugleich eine Bildung, die die Luft zu einem heftigen Stoſse, und zu einer ſchallenden Schütterung zwingt. Alle Arten von Blaſeinſtrumenten, ſie mögen durch die Lungenluft, oder durch Blaſebälge zum Tone gebracht werden, ſind dahin zu rechnen. Die in ſie mit Heftigkeit einſtrömende Luft wird entweder durch einen Widerſtand am Eingange, oder in der Höhle der Inſtrumente an ihren Wänden zurückgeſtoſsen, und zum Schalle beſtimmt.

g) Je elaſtiſcher die feſten Cörper ſind, aus denen in beiden Fällen die ſchallenden Inſtrumente gebildet wurden, und je ſchneller und häufiger ſie ſchwingen, um ſo *höher und ſchärfer wird der Ton* ſeyn, den ſie von ſich geben. So nimmt die Höhe des Tones bey den Saiten mit ihrer Feinheit und Kürze, bey den Glocken und Blasinſtrumenten mit ihrer Kleinheit und Enge zu.

Selbſt

Selbſt einerley Saite erhält durch die verſchiedne Spannung, ein Blasinſtrument durch verſchiedne Verlängerung regelmäſsig verſchiedne Töne; aber alle dieſe Inſtrumente können unregelmäſsig durch äuſsere zufällige Urſachen, wie z. B. durch die Veränderung der Atmoſphäre, verſtimmt werden. Eine genauere Beſtimmung des Verhältniſſes der bekandten Töne iſt für uns zu weitläufig; und gehört zur angewandten Mathematik.

h) Der Schall wird als eine Erſchütterung elaſtiſcher Cörper fortgepflanzt, bewegt ſich durch einen Raum, und zwar ſelbſt noch in einem für uns bemerkbaren Raume in merklichen Zeiträumen. Wenn man von einem gelöſten Feuergewehr, oder von einer zerplatzten Rakete, in einer groſsen Entfernung den Blitz, der zugleich mit der Urſache des Schalles entſteht, bemerkt hat, ſo folgt die Empſindung des Schalls erſt einige Zeit nachher. Nach mehrern genauen Beobachtungen hat man gefunden, daſs ſich der *Schall in einer Zeitſecunde durch einen Raum von beynahe* 1040 *Fuſsen* bewegt.

i) Dieſe Bewegung des Schalls, oder dieſe Fortpflanzung ſeiner Erſchütterung durch die Luft, nimmt in der Länge des Weges nicht in der Schnelligkeit, ſondern blos in der Stärke ab. Es iſt dieſes aus der Natur der Flüſſigkeiten zu beurtheilen, in welchen die gewöhnliche Fortpflanzung des Schalles geſchieht (§. 206. b.). Wenn man in eine tropfbare Flüſſigkeit einen Stein wirft, ſo wird auf den Seiten des Einfalls rund herum die Flüſſigkeit in die Höhe getrieben, und der erhobene Ring breitet ſich von der Einwirkung des empfangnen Stoſses nach allen

Seiten immer weiter aus. Der *Stoſs wirkt* alſo *nach allen Seiten*, folglich in einer ſtrahlenden Richtung, und hierbey müſſen *die Linien des Stoſses nahe bey ſeinem Urſprung näher beyſammen ſeyn*, und ſtärker wirken, als in der Entfernung.

k) Eben aus dieſer geradlinigen Wirkung des Stoſses folgt auch die Möglichkeit einer *Rückprallung* unter gewiſſen Winkeln (§. 205. c. d.), und ſie iſt in der Natur auch wirklich vorhanden. Man iſt dadurch im Stande, die ſonſt durch Ausbreitung geſchwächten Schallſtrahlen in dem Sprachrohre in eine parallele länger ungetheilte Richtung zu bringen, oder im Hörrohre gegen die kleinere Oeffnung und das damit verbundne äuſsre Ohr, im Sprachgewölbe aber auf gewiſſe Stellen zuſammenzudrängen. Beym Echo wirkt derſelbe Rückprall der Schallſtrahlen, nur mit dem Unterſchiede, daſs man den urſprünglichen nahen Schall zuerſt, und die Rückpralle deſſelben, wegen gröſserer Entfernung der abſtoſsenden Fläche, ſpäter vernimmt. Je mehrſylbiger die Wörter ſind, die das Echo zurückwerfen kann, um ſo weiter muſs das letztere entfernt ſeyn, damit es nicht mit dem urſprünglichen Schalle zuſammentrifft. Alle dieſe Rückprallungen gründen ſich auf das oben angegebne Geſetz der Gleichheit, welche die ſchiefen Winkel beobachten (§. 205. c. d.). Wenn man für jeden auf eine Fläche treffenden Strahl eine Linie zieht, die wirklich ſenkrecht auf der Fläche ſteht, ſo weiſs man, in welcher Richtung der Strahl jenſeit der Linie abprallen muſs. Und auf dieſe Art können *auseinandergehende Strahlen parallel oder zuſammengehend zurückprallen.*

l) Noch

l) Noch ist zu bemerken, dafs die *Geschwindigkeit des Schalles durch einen* entgegengesetzten *Windstofs* etwas vermindert, durch einen übereinstimmenden befördert, durch einen vollkommen seitwärtsgehenden aber nicht verändert wird.

§. 207.

Bey einerley Cörper wird der Zusammenhang und seine bestimmte Art durch äufsere Umstände verändert.

a) Die Ursachen des veränderten Zusammenhangs sind theils *mechanisch* (§. 198. a.), theils chemisch (§. 198. c.), wie die Ursachen des Zusammenhanges überhaupt. Die ersteren wirken als zertheilend *auf die festen Cörper* verschieden, nachdem sie oder die Cörper selbst verschieden sind. Harte Cörper können zerschlagen, spröde zerrieben, zähe zerschnitten, breit geschlagen, gedehnt, und geraspelt, oder in einzelnen Stücken abgerissen werden.

b) Flüssige *tropfbare Cörper* werden *auf eine mechanische Weise verfeinert*, wenn man sie mit einer Flüssigkeit oder einem andern Cörper schüttelt, mit dem sie sich nicht vermischen, ja schon wenn man das blofse Schütteln fortsetzt, bis sie fest werden (§. 111. f.). Manche schleimige und gallerige Flüssigkeiten verliehren durch fortgesetztes Schlagen ihren zitternden Zusammenhang, und werden vollkommner flüssig.

c) *Luftförmige Flüssigkeiten* werden mechanisch durch die Luftpumpe, und in der torricellischen Röhre *verdünnt*. Diese Verdünnung ist wieder die Ursache, dafs *tropfbare Flüssigkeiten stärker ausdünsten*, und in feinen Theilchen im leeren Raume zerstreut werden, da sie keinen so star-

ken

ken Gegendruck antreffen. So wird kaltes Waſſer unter der Luftpumpe in Dunſt verwandelt, der ſich beym Zulaſſen friſcher Luft niederſchlägt, und in luftleeren, an beiden Enden verſchmolznen Röhren ſublimirt ſich das eingeſchloſsne Queckſilber ſchon im Sonnenſchein.

d) Aber auch die *Verdichtung* kann *mechaniſch* bewirkt werden, wie die geſchlagnen Metalle, die gewalkten Tücher bey feſten, und die Windbüchſe bey luftförmigen Cörpern beweiſen.

e) Selbſt die *der Luft mitgetheilte Schwingungen* ſind vermögend, wenn ſie auf einen zu ihrer Wiederholung geſchickten Cörper (§. 206. b.) wirken, ſeinen Zuſammenhang zu ſtören, und ihn zu zerreiſsen, wenn die zur Schwingung nöthige Ausdehnung ſtärker wird, als die Sprödigkeit des feſten Cörpers nachgeben kann. So iſt man im Stande, ein Glas durch auf einander folgende, immer höhere Töne, zu zerſchreyen.

f) Bey einem und demſelben feſten Cörper wird die *Feſtigkeit* überhaupt, und die *Elaſticität* insbeſondre, ſehr durch *die* ihm *gegebne Form* verändert. Die rund erhabene, ſich der Kugel nähernde Bildung, zeigt die gröſste Feſtigkeit. Eine flache Glasplatte (§. 203. d.) kann leicht zerbrochen werden, und gemeiniglich geht die Linie des Bruches vertical von einer Fläche zur andern. Stellen wir uns aber die Wand einer hohlen Glaskugel vor, ſo werden nur diejenigen Linien vertical von der äuſsern zur innern Fläche gehen, welche gegen den Mittelpunct der Kugel zuſammentreffen. So müſſen wir uns die ganze Wand wie ein Gewölbe aus lauter keilförmigen Stücken zuſammengeſetzt denken, welche Stücke nach der äuſsern Fläche breiter, nach

der

der innern schmäler sind; und nach dieser Voraussetzung müfste sich die Wand, eben wie ein Gewölbe, gegen den Druck auf die äufsre Fläche verhalten, und ihm ungleich mehr widerstehen, als eine gerade Platte. Denn so wurden die Keile des Gewölbes durch den Druck von aufsen immer fester an einander gedrückt. Wirklich sind auch *kugel- und walzenförmige Gefäfse* dauerhafter gegen jeden Druck, als andre von der nämlichen Stärke, aber mit flachen Wänden. Dafs die angezeigte Ursache die wirkliche sey, sieht man bey den hohlen kugelförmigen *bologneser Flaschen*, und an den dichten *Glastropfen*, deren Glasmasse von einer vorzüglichen Sprödigkeit ist. Beide lassen sich von aufsen stark drucken, die letztern sogar hämmern, aber gegen den Druck von innen heraus sind sie sehr empfindlich. Läfst man ein sehr kleines Stückchen Feuerstein in die Höhlung der bologneser Flasche fallen, so bekommt sie sogleich davon Risse, und bricht man den haarfeinen Schwanz des Glastropfens entzwey, so verwandelt sich sein dicker Cörper in demselben Augenblicke in Staub.

Die *Festigkeit eines Strickes* wächst mit der Menge und zugleich mit der Feinheit der Fäden, welche ihn bilden.

Die *Form der Platten, Stäbe, Kugeln* u. s. w. *vermehrt bey verschiednen Cörpern die Elasticität*, die sie unter einer andern Bildung weniger besitzen. So ist eine Metallplatte elastischer als eine Kugel, eine Kugel von Elfenbein elastischer als eine Platte, das spröde Glas erhält eine gröfsre Federkraft, wenn es in dünne Fäden gezogen wird. Durch anhaltende Dehnung und Pressung geht zuweilen die Elasticität verlohren.

Die

Die *Veränderung der Maſſe* ſelbſt kann die Elaſticität vermehren, und durch alle dieſe Fälle kann folglich auch die Schwingungskraft und Tonfähigkeit eines Cörpers verſtärkt werden.

g) *Wärme und Kälte* verändert den Zuſammenhang der Cörper beträchtlicher und allgemeiner, als eine andre Urſache. Die Wärme thut dies zum Theil ohne Beſtandtheile der Cörper zu trennen, und verwandelt dadurch feſte Cörper in tropfbare, und beide in luſtförmige. Die feſten Cörper, wenn ſie auch nicht flüſſig werden, dehnt ſie aus, und von allen dieſem bewirkt die Kälte das Gegentheil. Eine plötzliche Kälte oder Wärme iſt daher vermögend, einen feſten Cörper zu zerreiſsen; und geſchieht es nicht, ſo werden manche ſtark erwärmte Cörper bey plötzlicher Erkältung härter, wie das Eiſen, oder ſpröder, wie das Glas. Auch andre Maſſen, wie Wachs, Fett, und Harz, die in der Wärme ſich zur Flüſſigkeit neigen, erhalten in ſtarker Kälte die letztere Eigenſchaft. Durch ſtarkes Glühen geht die Federkraft der Metalle verlohren, die Luft aber gewinnt ſie durch Erwärmung.

h) Eine andre Urſache des veränderten Zuſammenhangs liegt in der *Verbindung und Trennung der Beſtandtheile*, welche nicht ſelten durch die Wärme und Kälte begünſtigt wird. So wird die Metallerde durch Verbindung mit Feuerluft beym Calciniren mürbe (§. 113. a. b. c.), mit Brennbarem bey der Wiederherſtellung (§. 115.) feſt; die Kieſelfeuchtigkeit durch Verluſt des Waſſers dichter (§. 99. b.), und das Gewächsalcali durch Anziehung des Waſſers flüſſig (§. 36. b.).

Die *Stufen der Feſtigkeit* werden *durch Verbindungen* ſehr *verändert*, welches bey den Metall-

ver-

vermischungen sehr auffallend ist. Bley und Zinn sind, verbunden, fester als jedes für sich, $\frac{1}{8}$ des Spiesglaskönigs macht das Bley fester, mehr hingegen macht es spröder. Das leichtflüssige Metall (§. 111. d.) ist eine Mischung, die in der Schmelzbarkeit alle einzelne Metalle übertrifft.

Der *Umfang der Mischung* nimmt nicht immer gleichförmig mit dem Umfange der vermischten Dinge zu. Verschiedne tropfbare und luftförmige Flüssigkeiten gehen bey der Vermischung in einen etwas engern Raum zusammen, und Flüssigkeiten lösen oft eine beträchtliche Menge andrer Theile auf, ehe ihr Umfang merklich vergrössert wird.

i) Das eigentliche *Verhältniss in der Veränderung aller Grade der Ausdehnung, zu gewissen Grundstoffen und Verbindungen*, werden wir füglicher bey der Wärme betrachten können, aber die oft *erstaunenswürdige Theilbarkeit* derselben, die allein durch die Auflösungen bewirkt wird (§. 196. b. c.), scheint hier einen Platz zu verdienen. Man sieht sie am deutlichsten bey einer Menge von Präcipitationen und Färbungen, wo eine äusserst kleine Menge eines festen Cörpers nicht nur eine ungeheure Menge Flüssigkeit gleichförmig erfüllt, sondern auch in einem Tropfen dieser Auflösung wieder auf eine andre überwiegende Menge von Flüssigem gleichförmig wirkt, und sie, oft ungemein schnell, und durchaus verändert (§. 60. c. 86. b. 99. c. 116. c. u. s. w.).

§. 208.

Die Schwere und Anhängung, zwey ähnliche, aber in verschiedner Beziehung wirkende Kräfte,

ſtreiten mit einander, und das gegenſeitige Uebergewicht erſtreckt ſich nach den jedesmaligen Umſtänden bis auf gewiſſe Grade.

a) Ohne dieſen Streit würde die Schwere nicht nur jede noch ſo kleine Menge tropfbarer Flüſſigkeit von einer ſchiefen Fläche herabtreiben, ſondern auch zugleich bey ihr dieſelbe Schnelligkeit und alle Erſcheinung bewirken, die ſie bey der Waſſermenge eines groſsen Weltſtromes hervorbringt. Aber dies geſchieht nicht; eine *kleine Menge Flüſſiges bleibt an der ſchiefſten Fläche hängen*, und iſt ſie ſo beträchtlich, daſs ſie eben herabflieſsen muſs, ſo geſchieht es ſehr langſam, und weder mit der Schnelligkeit, noch mit dem Stoſse, und allen damit verbundnen Erſcheinungen, die beym Laufe der Ströme bemerkt werden. Dieſelbe Bewandtniſs hat es auch mit dem Ausſchütten aus Gefäſsen mit geraden Seitenwänden (§. 192. m.). Werden ſie nur wenig geneigt, ſo kann ſich nur wenig Flüſſigkeit auf einmal ſammeln, und von der Schwere allein gedrückt werden, ſie hängt ſich der Auſsenſeite an; bey ſtärkrer Neigung iſt es umgekehrt, und die Schwere wirkt beträchtlicher, als die Anhängung.

b) Auch bey dem Tropfen zeigt ſich der wechſelſeitige Einfluſs. Der Tropfen ſelbſt wird ſchon durch das Uebergewicht der eignen Anhängung ſeiner Theile über die Anhängung an äuſsere Cörper, zugleich aber auch ſelbſt über den Druck der Schwere gebildet, welcher ebenfalls der Kugelform des Tropfens hinderlich ſeyn würde. Aber die *Schwere zeigt wirklich ihren Einfluſs*, und um ſo mehr, *je gröſser die Tropfen ſind.*

Ein

Ein liegender, durchaus nicht anhängender Tropfen wird unten an die Fläche gedrückt, die ihn trägt, und ist oben gerundeter; ein von oben herabhängender Tropfen ist nach unten etwas verlängert.

c) Die *hohle Oberfläche tropfbarer Flüssigkeiten in anhängenden*, und die *runderhabne in nicht anhängenden Gefäfsen*, wird sich um so mehr der Fläche nähern, und blos am äufsersten Rande merklich seyn, je weiter das Gefäfs ist, auf je mehrere Puncte der Oberfläche die Schwere, und auf je weniger die Anhängung im Verhältnifs wirken kann.

d) *In einer vollkommnen Auflöfung hängen die aufgelösten Theile stärker mit dem Auflösungsmittel zusammen, als die Schwere sie niederdrückt.* Je weniger die Verbindung vollkommen ist (§. 67. c. 80. a. 45. i. 135. a.), welches von der Verwandtschaft und von der Ueberfättigung herrühren kann, um so leichter werden sie sich von dem Auflöfungsmittel trennen, und von der Schwere auf den Boden gefammelt werden. Dieses wird oft noch dadurch begünstigt, dafs sich die aufgelösten Theile schwebend zu Massen vereinigen, die bey zunehmender Gröfse immer stärker abwärts getrieben werden. Beym sogenannten chemischen Thermometer bilden sich oft die Camphercrystalle (§. 129. d.) im Anfang als Puncte, steigen aus der Mitte der Auflöfung in die Höhe, werden immer gröfser, und sinken wieder gegen den Boden zurück.

e) Auch der *geradlinige Druck der Schwere wird von der Anhängung gehindert, und umgekehrt.* An einem über Rollen laufenden Seile wird in Vera's Maschine eine Menge Wasser, die ihm

 blos

blos anhängt, wie mit einem Pumpwerke in die Höhe gezogen. Ein Fallſchirm ſinkt langſam, da ihm die Elaſticität der Luft widerſteht, und der Zuſammenhang der letztern auf einmal gröſser iſt als die Schwere des Schirms. Aber die Schwere widerſteht auch der Anhängung. Eine Röhre, die über einen halben Zoll in der Weite hat, iſt kein Haarrörchen mehr, und zeigt kein Steigen der Flüſſigkeit; je enger ſie aber wird, um ſo höher erſtreckt ſich daſſelbe, da im letztern Fall die Anhängung ſtärker wirkt, als die Schwere. So wirkt auch der äuſsere Luftdruck auf das Queckſilber in einer Röhre von 27 — 29 Zollen Länge, auf das Waſſer aber in einer Röhre, deren Länge etwa 32 rheinländ. Fuſs beträgt. Sind die Röhren länger, ſo werden die Flüſſigkeiten nicht über die beſagte Höhe ſteigen, da ihre Schwere nun durch einen geringen Zuſatz der Höhe das Uebergewicht über den äuſsern Druck bekäme. Man ſieht leicht, daſs die Pumpen (§. 203. b.) und Heber (§. 203. g.), als welche von dem äuſsern Luftdrucke abhängen, ſich auch nach dieſen Höhen richten müſſen.

§. 209.

Die Wirkungen der Anhängungskraft haben noch insbeſondre Einfluſs auf einige Hauptſtücke der Oeconomie der Natur.

a) Ohne ſie würde die Schwere vergeblich *Grundſchichten* von Erdmaſſe gegen den Mittelpunct des Planeten, und *Bewohner* gegen die Oberfläche deſſelben drücken; die Anhängungskraft war nöthig, dem Kerne der Erde Feſtigkeit zu verleihen, und jenem Drucke zu widerſtehen; und den Cörpern auf der Oberfläche, um ihn zu empfan-

empfangen. Die thierifchen Kräfte würden, als Druck, eben fo wenig wirken können, als die Schwere, wenn die Feftigkeit nicht vorhanden wäre, und in mannigfaltigen Abftufungen dem Drucke entgegenwirkte.

b) Die eine Handlung auf dem Schauplatze der Erdkugel, und wahrfcheinlich auch auf den ähnlichen Planeten, ift die *Veränderung der ungebildeten Grundftoffe.* Durch fie gefchieht der immerwährende Kreislauf in der Dunftkugel, die den Planeten umgiebt, und der den gröfsten Einflufs auf das Leben der Bewohner hat; aufserdem wird felbft die fefte Oberfläche dadurch verändert. Alle diefe Veränderungen hängen nur nebenher von Schwere, Wärme, Licht und Polarität ab; ihre Haupturfache ift die Verwandtfchaft der unwandelbaren Grundftoffe, mit der fie einander anziehen (§. 197. c. 71. a.), und fie wird auf keine andre Weife thätig, als indem eine neue Verbindung eine ältere aufhebt. So gefchieht auf den gröfsten Schauplätzen der Natur, auf den Planeten, die Feuerentwicklung der Vulcane, die Abfetzung der Flözfchichten aus der Maffe des Weltmeers, der Tophlagen in den Flüffen, der Tropffteine, Erze und Cryftallifationen im Innern der Gebirge; fo wird das Leben organifcher Cörper faft augenblicklich durch die reine Luft der Atmofphäre erhalten, und hierzu durch die langfamere Ernährung vorbereitet, bey welcher, durch ähnliche Verwandtfchaften, eine Menge von Verbindungen entftehen, die für das Gefchöpf, für feine Fortpflanzung, für das Ganze unentbehrlich find; fo gehn die flüchtigften Grundftoffe in einer neuen Verbindung wieder zum Planeten zurück,

 überall

überall wird das Gleichgewicht gehoben und wieder hergeftellt, die Natur bleibt immer wirkfam, und wird niemals fchwach.

c) Die andre Handlung begreift das Leben der Bewohner, insbefondre in Rückficht auf ihre Bildung, und das Wachsthum derfelben. Auch diefes wird nicht wenig, noch aufser den vorher angezeigten Urfachen, durch die Kraft der Anhängung befördert. Das *Leben der Pflanzen* erhält feinen Haupttrieb durch das *Auffteigen der Nahrungsfäfte* in feinen Haarröhrchen, die die Gefäfse des Gewächfes find, und von einem Ende zum andern, von der ernährenden Wurzel bis zum fortpflanzenden Saamen gehen; aufserdem aber wird das Auffteigen felbft durch die Elafticität der äufsern erwärmten Luft befördert. Sonft ift auch den Gewächfen im Fortgange ihres Lebens, vorzüglich zur Zerftreuung des Saamens und der Früchte, eine *eigne Art von Elafticität* nützlich, die fich blos beym vollen Wachsthum, oder gegen das Ende deffelben zeigt, und mit Unrecht an die Seite der thierifchen Empfindlichkeit geftellt worden ift. Einige Gewächfe zeigen diefe anfcheinende Reizbarkeit ohne allen äufsern bemerkbaren Zweck, und bey andern wird die Forttreibung der Saamen durch eine Elafticität bewirkt, die noch nach dem lebendigen Gange der Säfte übrig bleibt.

d) Bey den Thieren find, noch aufser dem Allgemeinen (§. 209. b.), das Gehör und einige Arten der Bewegung hier zu betrachten. Faft alle Thiere, die unvollkommenften und einfachften, denen fo viele andre Organe fehlen, ausgenommen, find mit einem künftlichen *Gehörwerkzeuge* ver-

verſehen. Selbſt bey den Inſecten hat man es an den Fühlhörnern entdeckt, deren beynahe kein einziges Geſchöpf dieſer Hauptclaſſe beraubt iſt. Bey den übrigen vollkommnen Thieren mit einem innern Knochenbaue beruht ſeine weſentlichſte Structur auf der Gegenwart von freyen *Knöchelchen* in gewiſſen Höhlen, auf *bogenförmigen Canälen*, oder auf beiden zugleich. Am unvollkommenſten, oder einfachſten, iſt das Gehörwerkzeug bey einigen Amphibien, zuſammengeſetzter, und von eigner Art bey den Fiſchen, bey den warmblütigen Vögeln und Säugthieren ebenfalls von eigner Beſchaffenheit, und bey den letztern am meiſten componirt. Die warmblütigen Thiere und einige Amphibien haben noch am Eingange des Gehörwerkzeugs ein *ausgeſpanntes Häutchen*, das die Schwingungen der Luft empfängt, und die Säugthiere tragen oft noch vor dieſem Häutchen von auſsen eine *knorpliche weitgeöffnete Höhle*, die ſich gegen das Häutchen verengert, die Schallſtrahlen auf daſſelbe leitet, und durch eigne Muſkeln nach dem Urſprunge des Schalls gerichtet werden kann. Bey allen dieſen Einrichtungen ſcheint die Hauptſache darauf anzukommen, daſs die Schwingungen und Stöſse des Schalles auf den im Innern des Gehörwerkzeuges aufs feinſte ausgebreiteten Nerven, nach ihrer verſchiednen Stärke, wirken, es mag dieſes nun geradezu, oder durch Vermittelung des äuſsern knorplichen Ohres, des Paukenfelles, des bey einigen darüber liegenden Fleiſches, der Knöchelchen, und der in den innern Höhlen eingeſchloſsnen Luft, oder des darinne befindlichen Waſſers geſchehen.

Die Thiere werden durch das Gehör nicht nur von jedem Laute überhaupt, ſondern auch von der Empfindung andrer Thiere benachrichtigt, insofern ſelbige durch die *Stimme* ausgedrückt wird. So wie das Hören auf der Elaſticität der äuſsern Flüſſigkeit beruht, ſo hängt auch die Stimme der luftathmenden Thiere von der Federkraft dieſer Flüſſigkeit insbeſondre ab. Sie wird durch eine Art von Blasinſtrument hervorgebracht, indem die in den Lungen geſammelte Luft gegen die kleine Oeffnung der Stimmritze getrieben, der Schall bewirkt, oft noch durch die Schütterung der knorplichen Luftröhre verſtärkt, und durch eine eigne Geſchmeidigkeit der Oberfläche und Maſſe des Organs verſchönert wird. Das *Einathmen* der Luft gründet ſich auf das Eindringen derſelben in jede erweiterte Höhle (§. 203. b.).

e) Die *Bewegungen der Thiere* werden meiſt durch hebelartige Anlagen erleichtert (§. 191. g.), aber auch durch Elaſticität werden ſie begünſtigt. Einige Gewürme, und die meiſten Fiſche, *ſteigen aus der Tiefe des Waſſers durch eingeſchloſsne* und nach Willkühr ausgedehnte *Luft* empor. Drücken ſie dieſe Luft wieder zuſammen, ſo werden ſie ſchwerer und ſinken, ja ſie können ſich nie wieder erheben, wenn man die Luft vollkommen aus den Behältniſſen derſelben im Glockenraume ausgepumpt hat, ob ſie gleich im Anfange des Pumpens, wenn ſich die Luft ausdehnt) im Waſſer ſteigen. Bey den Vögeln, deren Flug eigentlich ein Schwimmen in der Luft iſt, findet auch eine Einſchlieſsung der Luft in eignen Behältern ſtatt, aber ſie bewirken ihren *Flug*, ſo wie die Fiſche das *Schwimmen*, durch

durch den Gegendruck der elastischen Flüssigkeit, in der sich beide bewegen, und die von ihnen mit breiten Flächen geschlagen wird. Die eigne Elasticität der thierischen Cörper bewirkt die nämliche Bewegung, die bey dem Schwimmen und dem Fluge vielmal hintereinander wiederholt wird, bey einem eben so heftigen und plötzlichen Stosse gegen eine harte widerstehende Masse. Diese wirkt plötzlich auf den stossenden Cörper zurück, und schnellt ihn durch eine springende Bewegung fort. Die Organe zum *Sprung* sind verschieden, und im Ganzen keine Flächen, ja einige können selbst im Wasser, als einer gröbern, mehr widerstehenden Flüssigkeit gebraucht werden.

Zerstreute Merkwürdigkeiten dieses Capitels.

1) Vermischung §. 192. e). §. 196. c). Nebeneinanderstellung §. 196. a).
2) Auflösung §. 196. b — e).
3) Anhängung der Flüssigkeiten §. 192. b — m). §. 195. b — i). §. 196. b). §. 208.
4) Aufsteigen in Haarröhrchen §. 192. h — l). §. 195. h). §. 208. e).
5) Mittelbare Anhängung §. 193. a).
6) Electrische und magnetische Anziehung §. 193. c. d).
7) Schwere Bestimmung des bey einer Annäherung anziehenden Cörpers §. 194. b). §. 195. k. l).
8) Aehnlichkeit der Schwere und Anhängung §. 194. c).
9) Reibung fester Cörper §. 195. a).
10) Ungleichheit nicht vermischbarer Flüssigkeiten §. 195. e).

11) Eigne aus der Erfahrung zu ſammelnde Regeln der Arten des Zuſammenhangs §. 192. k). §. 195. a. d. e. k. l). §. 197. c. f. g). §. 199. e). §. 202. f). §. 204. e).
12) Anhängung gegen die meiſten Berührungspuncte §. 192. g). §. 195. f. g). §. 198. b. c).
13) Ausgieſsen der Flüſſigkeiten §. 192. m). §. 195. i). §. 208. a).
14) Anziehen ſchwimmender Cörper §. 192. g). §. 195. f. g).
15) Mechaniſche Veränderung des Zuſammenhangs §. 196. a).
16) Chemiſche Veränderung des Zuſammenhangs §. 196. b).
17) Naſſer und trockner Weg der chemiſchen Veränderung §. 196. c. §. 197. e).
18) Sublimation und Deſtillation §. 196. h).
19) Verhältniſſe der Beſtandtheile chemiſcher Verbindungen §. 196. d — g).
20) Eigenſchaften der neuen Verbindungen §. 196. f — i).
21) Entſtehung aller Verbindungen der Grundſtoffe durch Trennung §. 196. l. m).
22) Schnelle Verbindung, und eben ſo ſchnelle Trennung §. 196. k. m. n).
23) Chemiſche Verwandtſchaft §. 197. a — c).
24) Mangel der Anhängung §. 195. 197. d. e).
25) Verwandlung feſter, flüſſiger, luftförmiger Cörper §. 197. c. d).
26) Harte, weiche §. 199. b). zähe und ſpröde Cörper §. 199. c).
27) Mangel abſoluter Feſtigkeit §. 199. a).
28) Nachgiebigkeit flüſſiger Cörper §. 200. a. b. c).
29) Arten der Flüſſigkeiten §. 200. d). §. 201.
30) Strömung §. 200. e. f).

31) Ver-

31) Verdünnung und Verdichtung der Luft §. 200. g — l). §. 203. a — f).
32) Der torricellische und boylische, oder guerickische leere Raum §. 200. k).
33) Luftpumpe §. 200. n).
34) Tropfbarkeit §. 201. d). §. 208. b).
35) Verdünstung, Dampf §. 201. f). §. 207. c).
36) Verschluckung von Luftarten §. 201. g).
37) Heronsball §. 202. b). Heronsbrunnen §. 203. a).
38) Ventile §. 203. c). Ventilatoren §. 203. h).
39) Heber §. 203. g). §. 208. e).
40) Fortdauernder Luftdruck §. 202. d). §. 203. b. g. h. i). §. 208. e).
41) Barometer §. 203. i).
42) Rückwirkung des Stoſses §. 204. a — e). §. 205. 206. k).
43) Fortpflanzung des Stoſses §. 204. f). §. 206. b. h. i).
44) Wechselnde Form elastischer Cörper §. 202. a. b). §. 205. e). §. 206. d). §. 207. e).
45) Musikalische Instrumente §. 206. e. f).
46) Echo, Sprachgewölbe, Sprach- und Hörrohr §. 206. k).
47) Einfluſs der Form auf den Zusammenhang §. 207. f).
48) Oeconomie des Planeten §. 209. a. b).
49) Leben der Pflanzen §. 209. c).
50) Gehör und Stimme §. 209. d). Bewegungen der Thiere §. 209. e).



XXVI.

Wärme.

Inhalt.

Gefühl der Wärme, und ihre Grade (§. 210.), Entstehungsarten der fühlbaren Wärme (§. 211.), Wärmestoff (§. 212.), und Mittheilung der Wärme (§. 213.); chemische Eigenschaften des Wärmestoffs bey seiner Ausscheidung (§. 214.), in Rücksicht der Cörper, die er verlassen hat (§. 215.), und bey seiner Verbindung (§. 216.); Unterschied des Wärmestoffs von allen übrigen Stoffen (§. 217.), und seine Leichtigkeit (§. 218.); Ausdehnungen durch Wärmestoff bey festen (§. 219.), flüssigen (§. 220.), und luftartigen Cörpern (§. 221.); Aufhebung aller Ausdehnungen durch Entweichung des Wärmestoffs (§. 222.); bestimmte Messung der Wärmegrade durch Hülfe der Ausdehnungen (§. 223.), und allgemeine Bemerkungen über die letztern (§. 224.); ähnliche Wirkung der freyen Wärme mit andern Kräften (§. 225.); Gluth (§. 226.), Flamme (§. 227.); und Wirkung der Wärme in der Oeconomie der Natur (§. 228.).

---

§. 210.

Die Wärme wird durch das Gefühl, und in sehr ungleichen Graden empfunden, zu denen noch Erscheinungen an andern Cörpern kommen, wodurch sie können bestimmt werden.

a) Die Empfindung der *Kälte* ist der Empfindung der Wärme entgegengesetzt, der thierische Cörper hält sie für unangenehm, seine *Bewegungen werden von ihr gehemmt*, die festen Theile steif. die flüssigen stockend, und diese Hemmung der Le-

Lebenskraft bewirkt zuweilen ihr gänzliches Aufhören. Auch die Bewegung und Thätigkeit in der übrigen Natur läſst bey der Kälte nach. Die Pflanzen laſſen ihre Blätter fallen, und ſtehen in ihrem Triebe ſtill, oder ſterben; die Auflöſungen, die den Wechſel aller Grundſtoffe befördern, und die Wirkſamkeit des lebloſen unterhalten, vermindern ſich, die getrennten Theile ziehen ſich zuſammen, in gefrorne, unthätige Maſſen.

b) So wie die *Wärme* zu wirken anfängt, verändert ſich alles. Die von der Kälte halbgetödteten Thiere und Pflanzen erwachen, dieſe zu neuem Triebe der Organe, jene zu einer angenehmen und reizenden Empfindung; Biegſamkeit, Kreislauf, Abſcheidung der Säfte werden in beiden zu ihrer ſchönſten Erhaltung vermehrt. Die in Waſſer und Luft zertheilten Grundſtoffe ziehen ſich nach ihren Verwandtſchaften an, werden eben dadurch getrennt, und die *Natur wird* erſt, was ſie ſeyn ſoll, *thätig* und lebendig.

c) Aber die Eigenſchaften organiſcher und ungebildeter Weſen ſind ſehr verſchieden, und eben ſo auch die Stärke, mit welcher die Wärme wirkt. Nur eine *gewiſſe Einwirkung der Wärme* ſetzt einen gewiſſen Cörper in eine *beſtimmte Thätigkeit*, die mehr oder weniger zu einem eben ſo beſtimmten Zwecke dient. So muſs dieſelbe Einwirkung ſehr ungleiche Eindrücke auf die ſo verſchiednen Naturcörper machen. Einerley Stärke der Wärme wird von verſchiednen Thieren ungleich empfunden werden, ſo wie die Einwirkung der Schwere.

d) Bey *Thieren und Pflanzen* wird ein *Grad der Wärme*, der ungleich *ſtärker iſt, als der* für ſie

wohl-

wohlthätige, welcher sie der Kälte beraubte, den Trieb ihres Lebens vermehren, aber auch um ihn schneller zu schwächen, oder gar ihn zu hemmen. Die Absonderungen werden häufiger werden, und zuweilen selbst eine Auflösung der Bestandtheile herbeyziehen, die die Maschine zerstört. Die Nerven der Thiere, angenehm gereizt durch den gelindern Wärmegrad, empfinden nun Schmerz, und auch ihre vorher aufgeweckten regelmäfsigen Bewegungen werden beschleunigt, und gerathen in die heftigste Verwirrung.

e) Die *Verbindungen der Grundstoffe*, die die sichtbare inorganische Natur ausmachen, werden durch die zunehmende Wärme, je nachdem ihre Eigenschaften sind, *ungleich verändert.* Einige werden flüssig, andre verfliegen in Dampf, oder verwandeln sich in Luft; minder nachgebende verändern ihre Festigkeit und ihren Umfang, oder geben, bey der stärksten Einwirkung der Wärme, diese, mit einem merklichen Lichte, als glühend, wieder von sich.

f) Alle diese oberflächlich angeführte Erscheinungen gehören derjenigen Naturwirkung zu, die man Wärme nennt; nur durch eine sorgfältige Vergleichung der Umstände, unter denen sie entstehen, und der vielfachen Arten, wie sie sich zeigen, können wir eine allgemeinere, und etwas befriedigende Kenntnifs ihrer Ursache erhalten, die eben so schwer zu erfahren ist, als ihre Wirkungen bekandt sind.

§. 211.

Die Hauptumstände, unter denen die Wärme mit ihren Folgen entstehen kann, sind Sonnenschein, mecha-

mechanisches Stoßen fester Cörper, Verbindungen von Grundstoffen, und Electricität.

a) Das Leben der organischen, und der Wechsel der ungebildeten Natur wird offenbar im Ganzen durch die *Einwirkung der Sonne,* mit welcher Licht und Wärme zugleich auf die Erde kommt, beschleunigt und verstärkt. Die Gegend um den Aequator, die, wegen grösrer Einwirkung der Sonne, der *heisse Erdgürtel* genennt wird, bringt zahlreichere Geschöpfe hervor, beschleunigt und verdoppelt ihre Triebe, zeigt eine Atmosphäre mit heftigerem Wechsel, und in dem Boden Mineralien von eigner Natur, und innigerer Verbindung. Die Polargegenden sind ein einförmiger Schauplatz mit wenigern, trieblosern Geschöpfen; und einem Himmel, der sich nur selten, und nie mannigfaltig verändert. Die *höchsten Berge*, den Polargegenden auf den Spitzen ähnlich, sind eben wie jene oft noch beständiger ein Aufenthalt des Frostes, und leerer an lebenden Geschöpfen. *Je höher* die Sonne *im Tage und im Jahre* stehet, um so mehr nimmt das Leben der Gewächse und Thiere, mit der Veränderung der leblosen Dinge zu, so sehr, dass in den höchsten Graden der Einwirkung jene Geschöpfe ermatten, diese Wesen aber zu einer auffallenden Rückkehr zu ihrem vorigen Zustande gezwungen werden.

b) Selbst in der strengsten Kälte, die der Mangel der Sonnenwirkung hervorbringen konnte, entsteht fühlbare Wärme mit mehrern ihrer Folgen, wenn zwey *feste* und merklich harte *Cörper mit Schnelligkeit und Stärke aneinander gerieben,* oder auf einander gestossen werden. Schnell

über

über Rollen gezogne Seile, schnell um ihre Axen laufende Räder entzünden sich, thierische Theile werden durch Reiben erwärmt, Eisen wird durch Hämmern glühend, Phosphor durch Reiben entzündet; zum Anmachen des Feuers werden bey den verschiednen Völkern aneinander geriebne Hölzer in Flamme gesetzt, oder Eisen an harten Steinen in glühende Spähne zertheilt. Bey allen mechanischen Behandlungen, dem Schleifen, Poliren, Feilen, Raspeln, Sägen u. d. kann unter den obigen Bedingungen eine Hitze entstehen, welches aber nicht erfolgt, wenn einer, oder beide Cörper weich und nachgiebig, und noch weniger, wenn sie flüssig sind.

c) Man mag diese flüssigen Cörper noch so heftig schütteln, oder durch feste Cörper reiben und schlagen, so wird dadurch keine Wärme hervorgebracht werden; ja die Erhitzung vom Reiben fester Cörper wird durch die Dazwischenkunft eines flüssigen sogar gemildert, oder gehemmt werden. Einige *Flüssigkeiten* aber wie Vitriolöhl mit Wasser, Oehlen, oder Weingeist (§. 29. e.) zusammengemischt, oder Flüssigkeiten an feste Cörper gebracht, wie starke Säuren und Wasser an reine Kalk- und Bittererde, Vitriolöhl an Salpeter oder Kochsalz (§. 31. a. 49. a. 74. b. 84. d. 88. c.) *bringen gewaltige Hitze*, ja, nach den Umständen, sogar eine Gluth und Flamme *hervor*, und der Erfolg wird wenig oder gar nicht geändert, man mag die Flüssigkeiten schnell, wo sich noch ein Reiben denken liefs, oder mit der gröfsten Behutsamkeit vermischen. Höchstens wird er im ersten Fall beschleunigt, aber im letzten bleibt er noch merklich genug, und wäre in dieser Stärke

bey

bey gleicher Langſamkeit nie von feſten Cörpern zu erlangen geweſen. Auſserdem ſo giebt es Miſchungen, die, wenn ſie noch ſo ſchnell und heftig bewirkt werden, nie Wärme, ſondern Kälte hervorbringen (§. 222. b.).

d) Nach dieſen Erſcheinungen muſs die Entſtehung der Wärme nicht blos vom Reiben, ſondern auch in manchen Fällen von der eignen Miſchung der Cörper, von ihren Grundſtoffen abhängen; und wir haben Fälle bemerkt, wo die Wärme durch offenbare Vermiſchung merklichgemacht wurde. Einige derſelben, wie die Vermiſchung von Salpetergeiſt und Oehlen, oder von Vitriolöhl mit Bittererde (§. 34. b. 88. c.), bringen nicht bloſse Wärme, ſondern ihre höchſte Wirkung (§. 226. 227.), Gluth und Flamme hervor. Man nennt dieſe Erſcheinungen *Selbſterwärmung* und *Selbſtentzündung*. Aber das nämliche freywillige Erſcheinen der Wärme zeigt ſich noch deutlicher an andern Cörpern, bey denen man keine Miſchung vorgenommen hat, und auf den erſten Anblick, ohne Kenntniſs aller Umſtände, auch keine Miſchung zu bemerken iſt. So werden gährende Dinge für ſich warm; geröſtete oder ſtark erwärmte, in Menge und dicht zuſammengepackte brennbare Cörper werden, ſtatt, wie andre, nach und nach zu erkalten, immer heiſser, und brechen zuletzt in Flamme aus (§. 159. e. 132. b.), der Pyrophor (§. 41. c.), ein übrigens kaltes Pulver, geräth bey der gröſsten Ruhe in Gluth, wenn ihn die freye Luft berührt.

e) Noch iſt eine vierte Quelle der Erſcheinungen von Wärme und Feuer übrig, die im Grunde, wie wir ſpäterhin ſehen werden, ſelbſt von den

vo-

vorigen abhängig iſt, ſich aber, ſo bald ſie ſich in ihrer Eigenheit zeigt, ganz von der allgemeinen Natur derſelben entfernt. Man nennt ſie die *Electricität.* Sie iſt mit gewiſſen Strömungen, und zwar auf eine doppelte und entgegengeſetzte Weiſe wirkſam, ihre gelinde Wärme iſt weniger bemerkbar, aber plötzlich und in Menge entwickelt übertrifft ſie die vorigen. Sie hat ebenfalls eine, aber ſehr verſchiedne Verbindung mit dem Lichte, und zeigt ſich immer in Geſellſchaft gewiſſer ſchon bekandter Grundſtoffe, die bey jenen nur zufällig ſind.

§. 212.

Die beſtimmte Vertheilung der Wärme führt uns auf den Gedanken, ſie nicht für eine bloſse Veränderung vorhandner Weſen, ſondern ſelbſt für einen Grundſtoff zu halten.

a) Die *Grade der Wärme* können durch Thermometer oder Wärmemeſſer, die wir weiter unten betrachten wollen, beſtimmt werden. Nimmt man zwey gleiche Mengen von Waſſer, wovon die eine ſiedend, bis zu 212 Graden, die andre aber nur bis zu 32 Graden erwärmt iſt, welches letztere unſerm Gefühle nach kalt iſt (§. 213. i.), und vermiſcht ſie, ſo wird das Ganze ungefähr eine Wärme von 122 Graden nach der Vermiſchung beſitzen. Wären die obigen Grade eben ſo viele cörperliche Theile geweſen, wovon die eine Hälfte der Miſchung 32, die andre 212 enthalten hätte, ſo würden von dieſen 244 Theilen, *gleichförmig in beide Hälften ausgebreitet,* jeder 122 zugekommen ſeyn.

b) Stellt

b) Stellt man den nämlichen Verſuch bey gleichen Mengen, eben ſo ungleichen Wärmegraden, aber auch *mit ungleichen Maſſen* an, *ſo iſt der Erfolg nicht derſelbe.* Iſt ſo z. B. das Waſſer ſiedend zu 212 Grad erwärmt, die andre gleichgroſse Menge aber Queckſilber, ſo wie im vorigen Falle die andre Hälfte Waſſer, zu 32 Gr. kalt, ſo wird nach der Vermiſchung die Wärme mehr, und 140 Gr. betragen. Wollte man nun den vorigen Gedanken der Vertheilung auf dieſe Erſcheinung anwenden, ſo würde folgen, daſs das Queckſilber, oder die hier veränderte kalte Hälfte, nicht ſo wie die vorherige des Waſſers, eine gleiche Menge von Wärmetheilen in ſich aufnehmen konnte, ſo daſs alſo noch ein *merklicher Ueberſchuſs* von 18 Theilen zum Vorſchein käme.

c) Hat nun wirklich die kalte Hälfte des Waſſers mehr Theile der Wärme oder Grade derſelben aufnehmen können, als die kalte Hälfte Queckſilber, um eine Herabſetzung der geſammten Wärme auf die halbe Menge, ohne einen Ueberſchuſs, zu bewirken; ſo durfte man nur die kalte Waſſermenge verringern, um einen *ähnlichen Ueberſchuſs* zu erhalten. Und dieſes geſchieht, wenn man, ſtatt zwey Theile Waſſer zu miſchen, $\frac{2}{3}$ kaltes zu 1. Theil des ſiedenden gieſst. Der Erfolg iſt derſelbe, wie beym Queckſilber.

d) Wir ſehen hier, daſs $\frac{2}{3}$ Waſſer vollkommen ſo viel Wärmegrade aufnehmen können, als ein ganzer Theil gleichkaltes Queckſilber, beides nach dem Umfange gerechnet; um aber das wahre Verhältniſs dieſer Cörper zu zeigen, iſt es nöthig, ihren Gehalt an Maſſe, oder ihr ſpecifi-

ſches Gewicht zu beſtimmen. Nach dieſem verhalten ſich $\frac{2}{3}$ Waſſer, zu einer ganzen Gröſse von Queckſilber, in Rückſicht des Umfanges, dem Gewichte nach, wie 1 zu 21; und man kann daher ſagen, *daſs 1 Theil des Waſſers an Maſſe ſo viel Wärmegrade einnehmen könne, als 21 Theile Queckſilber;* oder, welches eins iſt, Waſſer nehme 21 mal mehr von der Wärme ein, als dieſes Metall.

e) So wie man hier das Verhältniſs des Vermögens, Wärme aufzunehmen, zwiſchen Waſſer und Queckſilber beſtimmte, ſo hat man dieſes auch auf mehrere Cörper ausgedehnt, und ähnliche *Tabellen des ſpecifiſchen Vermögens, Wärme anzuziehen*, entworfen, als Tafeln über die ſpecifiſche Schwere, und über die chemiſche Verwandtſchaft. Sie gründen ſich, ſo wie dieſe, auf Grundſtoffe und ihre Verbindungen, und können, ſo wenig wie jene, bis auf kleine Gröſsen vollkommen genau ſeyn, oder nach allen Verſuchen übereinſtimmen. Da es uns um feine Rechnungen nicht zu thun iſt, ſo will ich einige vorzügliche Verhältniſſe nach ältern Verſuchen anzeigen, die nachher etwas verändert, im Ganzen aber doch nicht verworfen worden ſind. So wäre das Vermögen Wärme anzunehmen bey

Feuerluft	87000.	*Waſſer*	1000.
Gemeiner Luft	18670.	*Flüchtiger Schwefelleber*	994.
Mildem flücht. Alcali	1851.	*Venöſem Blut*	970.
Arterienblut	1120.	*Eis*	900.
Rectificirtem Weingeiſt	1086.	*Dephlog. Salpeterſäure*	844.

Wein-

Weinſteinöhl (zum Waſſer ſchwer wie 1346 zu 1000)	759.	*Walrath*	399.
Reiner Vitriolſäure (zum Waſſer ſchwer wie 1885)	758.	*Starkem Eſſig*	387.
Baumöhl	710.	*Eiſenkalk*	320.
Aetzendem flüchtigem Alcali	708.	*Luftſäure*	270.
Rauchendem Salzgeiſt	680.	*Rohem Kalkſtein*	256.
Rauchendem Salpetergeiſt	576.	*Gebrannten Kalk*	245.
Leinöhl	528.	*Spiesglanzkalk*	220.
Terpenthinöhl	472.	*Schwefel*	183.
Braunem Vitriolöhl (zum Waſſer wie 1872 zu 1000)	429.	*Eiſen*	125.
		Concentrirten Eſſig	103.
		Zinnkalk	96.
		Spiesglanzkönig	80.
		Zinn	68.
		Bleykalk	68.
		Bley	50.
		Queckſilber	33.
		bis	21.

Wenn man in dieſer Tabelle das Verhältniſs der dephlogiſtiſirten Salpeterſäure gegen die rauchende (§. 32. d. e.), des Arterienblutes gegen das Venenblut (§. 6. b. §. 7. b.), der reinen Vitriolſäure zur braunen (§. 27. b.), der Metallkalke zu den Metallen (§. 113. a — d. §. 115.) bemerkt, ſo ſieht man ungezwungen aus dem, was die bloſse Erfahrung an die Hand gab, daſs das Vermögen der Wärmeanziehung bey einerley Grundſtoff abnimmt, wenn er mit Brennbarem verbunden, und gröſser wird, wenn er deſſelben beraubt iſt.

f) Sowol die gleiche Vertheilung unter gleiche und gleichartige Maſſen (§. 212. a.), als die

be-

beſtimmte Vertheilung bey ungleichartigen (§. 212. b.), leiten uns ſehr natürlich auf die Vorſtellung, daſs die Grade der empfindbaren, das Thermometer treibenden Wärme, von der Menge gewiſſer Theile herrühren, welche ungleich angehäuft, und gleichförmig ausgebreitet werden können; und ferner, daſs beſtimmte Grundſtoffe und ihre Verbindungen ein ungleiches, aber ebenfalls beſtimmtes Vermögen haben, jene Theile aufzunehmen, und daſs dieſes Verhältniſs ſo gut, als das der merklichen Beſtandtheile (§. 26. b. f.) bey einerley Cörper daſſelbe iſt. Bey einer ſolchen Aehnlichkeit iſt es auch ſchicklich, jene Theile für cörperlich, für chemiſche Grundſtoffe anzuſehen, ſie durch den Namen von *Wärmeſtoff*, *Feuermaterie* u. d. zu bezeichnen, und die Wärmeerſcheinung nicht blos für eine Veränderung zu halten, die jedem Cörper, in ſo fern er chemiſch iſt, begegnen könnte, ohne daſs noch ein wirklicher Stoff, auſser den ſichtbarern, und bekandtern, hinzukäme.

g) Im folgenden werden wir die Aehnlichkeit des Wärmeſtoffs mit andern chemiſchen Grundſtoffen in einer langen Reihe weiter ausführen (§. 214—216.); aber *das obige* ſcheint *die Hauptſache* zu ſeyn, und, da die Schwingungen und Reibungen (§. 211. c.) nicht zu erweiſen ſind, uns die Materialität der Wärme nicht undeutlich anzuzeigen. Man kann ſie, dünkt mir, nicht durch die nothwendige Vorausſetzung einer Urſache bey jeder Wirkung beweiſen, denn es iſt wol nicht ganz rathſam, einen Schwerſtoff und Anhängungsſtoff anzunehmen, obgleich die Schwere und Anhängung ſehr beſtimmte und verſchiedne Erſcheinungen hervorbringen, und

ſelbſt

ſelbſt der Stoff der Electricität iſt mir noch keinesweges klar, und nothwendig. Auch der Umſtand, daſs Cörper durch Wärme flüſſig werden, beweiſt ſie nicht, weil es erſt vorher erkannt werden muſs, daſs die Wärme materiell, von der Natur einer Flüſſigkeit, und geſchickt ſey, andre Cörper durch ſich flüſſig zu machen.

§. 213.

Fühlbare Wärme wäre nach dem vorigen Störung der beſtimmten Wärmevertheilung, und das Streben nach der letztern die Mittheilung der Wärme.

a) Nach und nach werden die erwärmten Cörper immer kühler, und die Grade ihrer Wärme verringern ſich. Die äuſsern Umſtände, Clima, Jahres- und Tageszeit, beſtimmte Witterung, die nahe dabey befindlichen Dinge bezeichnen den Grad, wo die Verringerung aufhören ſoll. Alle dieſe nun kalt gewordne Cörper, geben aber bey neuem Anlaſs wieder, oft unleugbar aus ſich ſelbſt, und zwar, wie die Feuerluft, die athembare atmoſphäriſche, und das Waſſer beweiſen (§. 5. 6. 7. 9.), ſelbſt im Verhältniſs ihrer Feuerräume (§. 212. e.), oder des Vermögens Wärme aufzunehmen, die Wärme wieder von ſich; ſo, daſs man auf die Vermuthung gebracht wird, bey aller äuſsern zufälligen Erkältung und Erwärmung, die durch Mittheilung geſchieht, behalte ein jeder Cörper in dem Verhältniſs ſeiner Feuerräume auch eine beſtimmte Menge von Wärme, die, innig mit ihm vereinigt, unmerklich bleibe, bey einer Störung dieſes Zuſammenhangs aber fühlbar werde, und das Thermometer zur Anzeige ihrer Menge beſtimme.

b) So haben wir alſo einen nothwendigen Unterſchied feſtzuſetzen, zwiſchen der *gebundnen unmerklichen*, und der *freyen fühlbaren Wärme*. Alle Grundſtoffe, und alſo alle Cörper der Erde, haben einen beſtimmten und ruhenden Antheil von Wärmeſtoff, welcher überall auf dem Planeten geſtört, und zu freyer Wärme entbunden werden kann (§. 212. e.).

c) Wie aber ein jeder chemiſcher flüchtiger Grundſtoff aus ſeiner Verbindung geſetzt werden kann, und ſich nach dieſer Störung aufs neue mit einem andern verbindet, ſo *geht der Wärmeſtoff nach ſeiner* Störung und *Entbindung nach und nach in ſeine vorigen Grenzen zurück*, und wird unmerklich.

d) Der *Punct, in dem die* vorige *fühlbare Erwärmung aufhört*, zeigt ſich uns, wenn er gleich, als ein Ruhepunct, eine längere Dauer hat, als die vorherige Erwärmung, *doch noch als einen gewiſſen Wärmegrad*, der zwar geringer iſt, als die vorigen, aber doch noch theils ſchon bekandte, theils mögliche Grade unter ſich hat, und ſo, in Rückſicht auf dieſe, immer noch eine Störung, und eine freye Wärme zu erkennen giebt. Und dieſe liegt auch wirklich zum Grunde. Der Wärmegrad, bey welchem die Abkühlung aufhört, wird durch die oben angeführten Umſtände (§. 213. a.) beſtimmt, und hängt am meiſten von der Stärke der Sonnenwirkung, alſo von einem freyen, fühlbaren, und dauernd entwickelten Wärmeſtoffe ab. Daſs dieſe Abkühlung blos relativ ſey, und daſs ſie auch von andern künſtlichen Umſtänden abhängen könne, beweiſt unter andern ſehr auffallend der

der noch immer gewaltig heiſse Kühlofen des Glaſes (§. 98. b.).

e) Das Beſtreben der freyen Wärme, ſich wieder in das vorige Verhältniſs zurückzuziehen, und gebunden zu werden, äuſsert ſich nicht blos in dem Cörper, in dem die Störung verurſacht wurde, ſondern auch in allen ihn umgebenden Cörpern, bringt in ihnen, doch mit beſtändiger Abnahme der Stärke, in zunehmender Zeit und Entfernung, eine gleiche Wärme hervor, und *theilt ſich* ihnen *mit.* Je weiter ſich die freye Wärme von dem Orte ihrer Entſtehung entfernt, um ſo mehr muſs ſie ausgebreitet, und, in gleichen Räumen, verhältniſsmäſsig ſchwächer wirken, aber auch an dem Orte der Entſtehung wird ſie, ohne Fortſetzung der Urſache, in der Folge der Zeit abnehmen, da ſie nach allen Seiten verringert wird.

f) Wenn die freye Wärme eines Cörpers in die benachbarten übergeht, und ſich ihnen mittheilt, ſo werden die letztern wärmer, jener aber wird kälter, als vorher. Je weiter die Wärme im Umkreiſe fortrückt, um ſo kälter wird der erwärmte Cörper, und bey ihm nimmt im Verhältniſs die Wärme am erſten ab, ſo wie ſie aus ihm auch zuerſt entſprang. Die *Schnelligkeit* dieſes Verluſtes iſt aber nach den Umſtänden ſehr verſchieden. Es ſcheint, als wenn dichte und ſchwere Cörper dieſe Abkühlung ſtärker und ſchneller bewirkten, als andre; doch ſtimmt dieſe Vermuthung nicht ganz mit der Erfahrung überein, und dieſe letztere mag hier eben ſo beſtimmend ſeyn, als bey den Wahlverwandtſchaften der Grundſtoffe. Nach einigen darüber angeſtellten Verſuchen iſt, die Leitungskraft des

Queckſilbers zu 1000 angenommen, die der feuchten Luft 330, des Waſſers 313, der gemeinen Luft (deren Dichtigkeit zu 1 gerechnet wurde) $80\frac{41}{100}$, der verdünnten Luft (deren Dichtigkeit $\frac{1}{4}$) $80\frac{23}{100}$, verdünnter Luft (von $\frac{1}{24}$ Dichtigkeit) 78, der torricelliſchen Leere 55.

g) Auf die Mittheilung der Wärme folgt bey den meiſten Cörpern eine *Zurückwirkung.* Wäre der urſprünglich warme Cörper mit einer langen Reihe von lauter ſolchen umgeben, die die Wärme ſchnell, und noch ſchneller an ſich zögen, als ſie in dem erſtern entwickelt würde, oder in gröſserer Menge, als ſie in ihm vorhanden wäre, ſo würde eine vollkommne Abkühlung ſehr bald erfolgen. Da aber die Leitungskraft der umgebenden Cörper ſehr ungleich, und oft ſehr ſchwach iſt, ſo werden ſie in dem letztern Falle, zumal wenn der urſprüngliche Cörper viel Wärme hat, oder ſie von neuem und ſchnell entwickelt, nicht vermögend ſeyn, die Menge von Wärme anzunehmen und fortzuleiten. Sie geben ſie alſo, ſo merklich und fühlbar, wie ſie ſelbige empfingen, und wirken gleichſam ſelbſt von neuem, nach allen Seiten, wie urſprünglich warme Cörper. Daher mag es auch kommen, daſs die Mittheilung der Wärme im Anfange ſchnelle Fortſchritte macht, und in der Folge immer langſamer wird.

h) Merkwürdig iſt es, daſs auch *ſchnell kühlende Cörper zu einer ſolchen Zurückwirkung* können gebracht werden, wenn die Mittheilung ſehr ſtark und anhaltend iſt; daſs dieſes aber langſamer vor ſich geht, und dafür auch die Zurückwirkung, wenn ſie einmal anfängt, eine längere Dauer zeigt.

i) Wenn

i) Wenn die Mittheilung der Wärme aufhört (§. 213. d.), fo zeigen alle Cörper, der vormals warme, und die erwärmten, einen durchaus *gleichen Wärmegrad am Thermometer.* Fühlen wir felbft hingegen diefe verfchiednen Cörper an, fo werden wir fie in mehrern Abftufungen für warm oder kalt erkennen. Wir kommen nämlich nie vor unferm Tode in diefelbe Lage, wie jene Cörper, und hängen nie blos von äufsrer Wärmemittheilung ab; wir entwickeln unaufhörlich Wärme aus der Atmofphäre, als die feinere und unentbehrlichfte Nahrung unfers Lebens (§. 7.), daher befinden wir uns in dem beftändigen relativen Zuftande des Mittheilens und Empfangens. Wir werden deswegen *bey einerley wahrem Wärmegrade* den *Cörper kälter nennen*, der nach feiner Leitungskraft (§. 213. f.) die urfprünglich entwickelte Wärme unfers Cörpers fchneller anzieht, und denjenigen wärmer, der fie uns weniger entzieht, und fchneller erwiedert (§. 213. g.).

k) Aus allem, was wir jetzt betrachteten, ergiebt fich, dafs die *Kälte* nichts als eine Negation der Wärme, nichts felbftwirkendes, und nur die Folge der Mittheilung fey, durch welche fich die freye Wärme zu binden, und ins Gleichgewicht zu fetzen fucht. Der Mangel alles deffen, was die Wärme entbindet (§. 211.) und unterhält, und die Menge und ftarke Leitungskraft der Cörper, die die entbundne Wärme an fich ziehen, find die Hauptfachen, welche die Kälte begünftigen können. Aber eine genauere Beftimmung der Umftände, unter denen merkliche und auffallende Kälte entfteht, wozu auch gewiffe chemifche Verbindungen gehören, wird

füglicher noch an andern Stellen zu betrachten feyn (§. 222. 223.).

l) Bey der Entftehung von Wärme wird alfo der ruhende und verfteckte Wärmeftoff ins Freye gebracht, fühlbar und wirkfam; er verbreitet fich von dem Orte der Entbindung nach allen Seiten auf die umliegenden, mit gebundnem Wärmeftoff verfehenen Cörper, und überfüllt fie zu einer Rückwirkung, wenn fie nicht eben fo ftark mittheilen als empfangen; zuletzt vertheilen fie den empfangnen Wärmeftoff, der fie alle durchdringen kann, fo fehr, dafs er unmerklich wird, indem er fich ins Gleichgewicht fetzt, und fich entweder in den Cörper, der ihn entwickelte, oder in andre, die nun zu feiner Aufnahme gefchickt find, als gebundne Wärme verbirgt. So ift die ganze Entftehung, Mittheilung und Entziehung nichts, als ein *Kreislauf von Begebenheiten und Stoffen*, wie er durchaus die Natur ohne Verluft, bey einer gröfsern oder kleinern Ausbreitung der Wirkung, in Thätigkeit und Schönheit erhält.

§. 214.

Der Wärmeftoff zeigt chemifche Eigenfchaften bey feiner Ausfcheidung, und wird dadurch andern Grundftoffen ähnlich.

a) Die *gebundne* Wärme zeigt fich *nicht fühlbar und merklich* im Waffer, im ungelöfchten Kalk, und am Vitriolöhl, das letztere ausgenommen, wenn es auf lebendige empfindende Theile gebracht wird. Eben fo zeigt fich keine Spur von Säure im Kochfalz und Salpeter, nichts alcalifches im Salmiak. So wie das Waffer zum gebrannten Kalke, oder zum Vitriolöhle kommt, entfteht eine

eine Hitze, die die Hand empfindet, und welche auf das Thermometer wirkt; bringt man die ſtarke Vitriolſäure auf Kochſalz und Salpeter, oder Pottaſche zum Salmiak, ſo ſteigen mächtige riechbare Dämpfe auf, dort von ſaurer, hier alcaliſcher Natur.

b) Die Grundſtoffe werden *aus einerley Verbindung durch verſchiedne Cörper* von ungleicher Verwandtſchaft *mit ungleicher Schnelligkeit getrieben.* So geht das flüchtige Alcali ſchneller aus dem Salmiak durch gebrannten Kalk als durch Pottaſche (§. 59. c.), die Luftſäure ſchneller aus den Alcalien durch Vitriolſäure, kaum durch die Sedativſäure (Tab. S. 374. b. 2. 14. 16.). Daſſelbe Verhältniſs zeigt auch der Wärmeſtoff. Weit ſchneller und heftiger entbinden ihn aus der gebrannten Kalkerde die ſtarken Säuren, als das Waſſer (§. 74. b.), das Vitriolöhl giebt mit der gebrannten Bittererde eine Gluth (§. 88. b. c.), da das Waſſer nicht auf dieſelbe wirkt; Vitriolöhl giebt mit ätheriſchen Oehlen eine Wärme, rauchende Salpeterſäure hingegen eine plötzliche Flamme (§. 34. b.).

c) So wie *das Reiben* bey der chemiſchen Ausſcheidung ſelten, und nur als Hülfsmittel der Auflöſung in Betrachtung kommt; ſo iſt es bey der Ausſcheidung der gebundenen Wärme *in den ſeltenſten Fällen wirkend.* Eine Miſchung, die einmal Wärme ausgeſchieden hat, indem ſich ihre Grundſtoffe ſelbſt ſtärker anziehen, als die vorher in ihnen gebundne Wärme, werden durch alles Schütteln nicht von neuem warm, und bey minderer Reibung iſt das Blut der Lungenvene wärmer, als das Blut der ſchlagenden Arterie, aus welcher es dahin gelangt.

d) Die

d) Die meisten uns bekandten Arten von Entstehung der Wärme beziehen sich auf ihre Abscheidung aus Stoffen, in denen sie gebunden war, so wie auch alle chemischen Grundstoffe *aus einer Verbindung in die andre* übergehen. Das Sonnenfeuer ist uns, seinem Ursprunge nach, am wenigsten bekandt; aber die übrigen Erscheinungen von Wärme, selbst die mechanischbewirkte nicht ganz ausgenommen, beziehen sich auf eine Ausscheidung gebundner Wärme aus den Stoffen selbst, oder aus dem grossen und allgemeinen Feuerbehälter der Atmosphäre.

§. 215.

Nach Entweichung des Wärmestoffs findet man Cörper auf ähnliche Arten verändert, wie nach Entweichung gewisser Grundstoffe.

a) Die *Entweichung* chemischer Grundwesen aus gewissen Mischungen geschieht *schneller*, *wenn die Mischung in dem*, *als* wenn sie *in einem andern Grundstoffe oder gemischten Cörper befindlich* ist, je nachdem die Verwandtschaft des letztern zu dem entweichenden grösser oder geringer ist. So entweicht das Wasser des Borax und Glaubersalzes, welches diese Salze fest und durchsichtig macht, in der freyen Luft, unter Oehlen und Fettigkeiten aber wird es zurückgehalten (§. 55. e. 70. d. 71. b.). Eben so wird der Wärmestoff, vermöge dessen der Schwefel flüssig, roth, und durchsichtig ist, in der freyen Luft schnell entweichen, unter Wasser aber länger verbunden bleiben, und seine Einwirkung fortsetzen (§. 43. d.).

b) Selbst dieses *Festwerden der geschmolznen Cörper*, die Verwandlung des geschmolznen Wassers in Eis,

Eis, hat eine Aehnlichkeit mit chemischen Entweichungen. Die harzigen Cörper werden immer weniger flüssig, je mehr sie den riechbaren flüchtigen Stoff verliehren, und je mehr die Säure bey ihnen ein grösseres Verhältniss bekommt. So wird aus den ätherischen Oehlen Balsam, aus dem dickflüssigen Terpenthin ein festes Harz (§. 128. c. e.). Auch die Platina zeigt so etwas mit dem Arsenik (§. 108. e.).

c) Wenn *Stoffe aus einer Mischung entweichen, so nehmen sie oft andre aus derselben mit sich fort;* so wird das Eisen durch den Salmiak, und Sedativsalz durch Wasser sublimirt (§. 66. c. 68. b.). Beym Wärmestoff ist es dasselbe; wenn er aus Mischungen entweicht, so nimmt er Cörper mit, die man deswegen flüchtig nennt, und welche oft die vorige chemische Erscheinung vermitteln.

d) Auf eine ähnliche Art wird auch der Wärmestoff, so wie andre Grundstoffe, ein *Vermittler von Auflösungen*, und dies ist eine seiner allgemeinsten Wirkungen. Schon die zu Auflösungen unentbehrlichen Flüssigkeiten verdanken ihm ihr Daseyn (§. 219 — 221.), aber ihre Auflösungskraft wird durch Ueberfüllung freyer Wärme noch vermehrt. Bey den Schmelzungen und Auflösungen auf dem trocknen Wege ist es dasselbe. Eben so wird das Fett vom Wasser erst durch Hülfe des Alcali's aufgelöst, welches aber schneller geschieht, wenn das Alcali mehr innern Wärmestoff enthält und ätzend ist (§. 77. c.), und eben dieses ätzende Alcali wird auch wol erst durch seinen Wärmestoff im Weingeiste auflösbar, der sich mit milden Alcalien nicht vermischt (§. 143. a. b.).

e) Die

e) Die chemifchen Verbindungen halten ihre *Beftandtheile* nach der Saturation in einem gebundnen Zuftande, in dem keiner feine Eigenfchaften freywillig äufsert. Werden fie aber *mit einem derfelben überfüllt*, und überfättigt, fo *wird er leicht frey*, und zeigt feine Natur. So zeigt der Borax die Spuren vom Alcali (§. 67. a. 69. b.), der Alaun die Zeichen der Säure (§. 95. a. b.); Salze, die in zu grofser Menge aufgelöft find, fondern fich fchneller wieder ab. Wenn die Cörper durch eine zu grofse Menge Wärmeftoff flüffig geworden find, fo fondert er fich leicht wieder von ihnen ab, und bey dem Entzünden geröfteter Cörper, deffen Urfache von innen anfängt, fcheint nicht blos die äufsere Luft, fondern urfprünglich die Ueberfüllung der in ihnen zufammengedrängten, die färbenden Feuertheile, die Erfcheinung zu bewirken.

f) Das Waffer, und verfchiedne Auflöfungsmittel in ihm, find vermögend, andre Cörper in einer *durchfichtigen Auflöfung* zu erhalten, welche trüb wird, wenn fie entweichen. So gefchieht es bey der Auflöfung des Eifenvitriols, und bey den Eifenwaffern, wenn dort das Brennbare (§. 27. e.), hier aber die Luftfäure (§. 79. f.) entweicht; auch bey der Kiefelfeuchtigkeit (§. 99. b.), wenn das Waffer verdampft. Die in der Luft durch Wärme klar aufgelöften Dünfte trüben die Luft, und fenken fich, wenn ihre Wärme entweicht. Selbft bey klaren chemifchen Auflöfungen ift die Wärme, fo wie bey den Dünften, die Urfache der Klarheit. So fenkt fich der mineralifche Kermes blos durch Kälte (§. 45. i.), aber auch manche Cryftallifationen können hieher gerechnet werden.

§. 216.

Auch die Art, wie ſich der Wärmeſtoff mit den Cörpern verbindet, hat Aehnlichkeit mit manchen chemiſchen Anhängungen.

a) Die Luftſäure, Feuerluft, und Salpeterſäure hängt ſich *aus der Atmoſphäre* an verſchiedne Cörper an, mit denen ſie in Verwandtſchaft ſteht (§. 3. e. 75. c.), und eben ſo ſcheinen einige Cörper Wärmeſtoff *aus dem Flammen- und Glühefeuer in ſich zu nehmen* und zu binden. Die Kalk- und Bittererde zeigt nach dem Brennen heftige Ausſcheidungen der Wärme (§. 74. b. 88. c.), und das ihnen hierin ähnliche Vitriolöhl (§. 29. d. e.) wird in heftigem und anhaltendem Feuer bereitet. Alle dieſe Cörper zeigen eine Menge von innrer gebundner Wärme, welche bey der Kalkerde und dem Vitriolöhle ſogar auf organiſche Subſtanzen und die thieriſche Empfindung die nämliche ſengende und ſchmerzhafte Wirkung äuſsert, wie das Feuer ſelbſt.

b) So wie die aus der Atmoſphäre *angezogne* Luftſäure aus Alcalien in die Kalkerde (§. 76. c. d.), oder die Feuerluft aus dem Braunſteine in die Salzſäure (§. 53. g.) übergeht, ſo kann auch das Feuer des Vitriolöhls und des gebrannten Kalkes *in andre Cörper übergehen*, und in ihnen merklich werden. So erhält der rauchende Salpeter und Salzgeiſt (§. 32. d. 49. a.) ſeine ſengende Eigenſchaft und ſeine Färbung von dem Vitriolöhle, wodurch er ausgetrieben wird; und daſſelbe geſchieht beym ätzenden Alcali, das mit Hülfe des gebrannten Kalkes (§. 76. d.) bereitet wird. Der Salpetergeiſt verbrennt die

Oehle

Oehle noch ſtärker, als das Vitriolöhl; das ätzende Laugenſalz färbt den klaren Weingeiſt, wie das Vitriolöhl zu thun pflegt (§. 143. b. 144. a.).

c) Dieſe *braune* oder *röthliche Farbe*, die ſogar *ſchwarz* wird, und welche man bey der brenzlichen Veränderung organiſcher Cörper (§. 157. d.) bemerkt, ſcheint nichts anders zu ſeyn, als eine Sengung der brennbaren Theile durch überwiegende und durch Feuertheile ätzend gewordne Säure. Die Erſcheinungen des dippelſchen Oehles, die im Grunde ſo viel Aehnlichkeit mit denen der Naphthen, insbeſondre der Vitriolnaphthe (§. 144. b.), zeigen, laſſen uns ſchlieſsen, daſs die Farbe, die dem empyrevmatiſchen Zuſtande eigen iſt, ſo wie die Farbe des Weingeiſtes, bey ſeiner Vermiſchung mit ätzendem Alcali oder Vitriolöhl, von Feuertheilen herrühre, die ſich in der Säure des organiſchen Cörpers befinden.

d) Wie hier das Feuer durch eine ſtarke Hitze bleibend in gewiſſe Cörper getrieben wird, und ſeine ſengende Kraft in ihrer Miſchung äuſsert, ſo wird es *von andern Cörpern auch aufgenommen, und äuſsert in ihnen dauernd ſeine ausdehnende Wirkung.* Dieſes ſind die Cörper, welche künſtliche Luftarten liefern (§. 221.); weder die Schmelzung (§. 219. c.), noch die Verwandlung in Dampf und Dunſt (§. 219. d. 220. g.) iſt hieher zu rechnen. Auf eine ähnliche Art wird auch die Luftſäure mehr von Alcalien, das riechbare Weſen mehr von Harzen, als von dem Waſſer (§. 49. d. 130. a.), das Waſſer ſelbſt aber mehr vom Thone, als vom Glauberſalze gebunden (§. 55. e. 93. d.).

e) Die

e) Die Ausdehnung durch Wärme hat eine grofse Aehnlichkeit mit der Ausdehnung fefter Cörper, welche gefchieht, wenn eine Flüffigkeit in ihre Zwifchenräume dringt, und fie auffchwellen macht; fie aber endlich bey ftärkerer Einwirkung ganz zur Flüffigkeit bringt.

f) *Nur die überflüffige, fühlbare*, nicht die gebundne *Wärme* dehnt die Cörper aus; gerade fo, wie der Salpeter nicht durch fein eignes Cryftallwaffer, fondern durch zugefetztes in der Siedhitze flüffig erhalten wird (§. 38. d.).

g) Die *ungleiche Mittheilung* der freyen Wärme, und die ungleiche Leichtigkeit des Schmelzens bey verfchiednen Cörpern, welches beides durch Erfahrung beftimmt werden mufs, und mit keinem allgemeinen Gefetze zufammenhängt, hat vieles Aehnliche mit den Anhängungen und Verwandtfchaften der Grundftoffe unter einander.

h) Die *beftimmte Menge* des Wärmeftoffs zeigt den nämlichen Fall, den wir bey chemifchen Verbindungen gewiffer Beftandtheile, vorzüglich bey den Mittelfalzen fo oft bemerkt haben.

i) Kein uns bemerkbarer chemifcher Cörper ift vollkommen einfach, fondern blos verhältnifsmäfsig rein. So *wie der eine Zufatz weggeht*, fo *kommt ein andrer an feine Stelle.* Daffelbe gilt auch vom Wärmeftoffe, den wir nie allein finden; aber er zeigt diefe Vermifchung noch ftärker und eigner, als andre Stoffe, daher wir fie genauer betrachten müffen.

§. 217.

Der Wärmeftoff weicht in der Stärke der durchdringenden Kraft, und in der Art, wie er merklich wird, von den übrigen Grundftoffen ab.

a) Un-

a) Unter den chemischen Grundwesen, und ihren Mischungen, giebt es einige, die gegen gewisse andre keine Verwandtschaft haben, und sich nicht mit ihnen verbinden; und noch häufiger ist der Fall, dass sie mit andern verbunden, und nicht verbunden seyn können. Bey dem Stoffe der Wärme fällt beides weg: es ist *kein Cörper* vorhanden, *dem er sich nicht mittheilen könnte*, und eben so wenig einer *der ihn nicht gebunden enthielte.*

b) Die chemischen Grundstoffe lassen sich sichtbar darstellen, in eignen festen, oder flüssigen, deutlich umschriebnen und unterschiedenen Massen; sie bringen in Verbindung mit andern wieder neue Massen hervor, die nicht weniger cörperlich bestimmt sind. Der Stoff der Wärme hingegen ist ein *unsichtbarer Stoff*, der sich im freyen Zustande blos durch das Gefühl unmittelbar, sonst aber durch die andern Sinne nur mittelbar in den Erscheinungen bemerken läſst, die er in den Cörpern hervorbringt. Durch die Veränderungen des Lichtes, des Umfangs, und der Verbindung, die es bey ihnen verursacht, wird er auch für die andern Sinne merklich; in dem Lichte der Gluth, der Farbe und andern Eigenschaften der Auflösungen, in der Ausdehnung der Cörper, dem Schalle bey derselben, und dem Geruche flüchtiger Theile.

c) Angenommen also, dass Wärme von einem *eignen Stoffe* abhänge (§. 212. f.), so ist derselbe *von allen übrigen*, selbst nach der Haupteintheilung, *verschieden.* Er zeigt keine einzige der besondern Eigenschaften der Erden, Säuren, Alcalien, und des Brennbaren, ja selbst nicht der Feuerluft; sondern ist in ihnen allen befindlich,

und wirkt einzig auf sie alle durch Ausdehnung, und durch Entwicklung ihrer Verwandtschaften. Er weicht von ihnen ab, ist blos fühlbar, und nicht in eine besondre Masse zu sammeln; er übertrifft alle Grundstoffe an durchdringender Kraft und an Flüchtigkeit, welches letztere eine Haupteigenschaft desselben ist.

§. 218.

Der Wärmestoff zeigt im freyen Zustande ein besondres Bestreben sich von der Erde zu entfernen.

a) Die freye fühlbare Wärme theilt sich zwar nach allen Seiten mit, aber *am stärksten und weitesten* wird sie doch *senkrecht über dem Orte ihrer Entwicklung zu fühlen* seyn, sie mag sich einem festen Cörper, oder der Luft mittheilen. Ein erwärmter fester Cörper von einiger Länge wird, senkrecht gehalten, am obern Ende die Wärme länger behalten, als am untern. Der heiſse Dampf einer siedenden Flüssigkeit wird unerträglich seyn, wenn zu gleicher Zeit der Boden des Gefäſses, in dem das Sieden vorgeht, eine leidliche Erwärmung zeigt.

b) Dieselbe Neigung, sich von der Erde zu entfernen, theilt auch der Wärmestoff andern Cörpern mit, die man deswegen *flüchtig* nennt. Eine jede Classe der Grundstoffe hat wenigstens einige Arten, die diese Veränderung erleiden können. Manche Arten widerstehen denen uns bekandten Einwirkungen der Wärme, und heiſsen im Gegensatz *feuerbeständig.*

c) Die flüchtigen Stoffe gehen zwar oft schnell genug von dem Orte der Entwicklung nach oben, ja sie *scheinen sich sogar im Dunstkreise zu verliehren.* Viele derselben setzen sich aber bald genug

wieder in ſichtbaren Maſſen ab, oder wenn ſie es nicht thun und zu verſchwinden ſcheinen, ſo ſind ſie blos unmerklich verſteckt, und ihre Erzeugung aus der Atmoſphäre läſst uns ſchlieſsen, daſs ſie blos ſo lange in ihr verborgen blieben, bis ſie von neuem angezogen wurden (§. 37. e. 153. f. 159. i.).

d) Was hier den durch Wärme flüchtig gemachten Cörpern widerfährt, ſcheint auch das Schickſal des Wärmeſtoffes ſelbſt zu ſeyn. Er entfernt ſich zwar überall von der Erdkugel, der Richtung des Falles gerade entgegengeſetzt, und in der Luft mit merklicher Schnelligkeit; aber es folgt darum weder, daſs er abſolut leicht ſey, noch, daſs er bis zur Sonne forteile, und von ihr erſt wieder zur Erde zurückkehre. Er hat auſserdem noch eine Neigung ſich ſeitwärts und überall mitzutheilen, dadurch wird er, ſelbſt bey ſeinem Aufſteigen, ſo erſchöpft, daſs ſeine fühlbare Wirkung in einer verhältniſsmäſsig *kleinen Entfernung über der Erde* aufhört, und er daſelbſt *ſchon gebunden* wird. Die Schneeregion der höchſten Gebirge iſt immer kalt, und kleinere Wärmeentwicklungen reichen nicht einmal bis zu ihr. Sie ſcheinen ſämmtlich nur gröſsere oder kleinere Zirkel (§. 213. l.) zu vollenden, wo die Ausbreitung des fühlbaren Wärmeſtoffs, durch die er wieder zur Ruhe kömmt, mit der Stärke der Entwicklung und Störung im Verhältniſs ſteht.

e) In den meiſten Fällen mag *dieſer Zirkel doppelt* ſeyn, indem bey den mehreſten Entwicklungen der Wärme, ihr Stoff ſowol aus dem Cörper, um den ſie ſich verſammelt, als auch der ihn umgebenden Feuerluft geſchieden wird, ſich alſo nach

nach der Entwicklung auch gegen beide wieder zurückzieht.

f) Es ist zwar allerdings sonderbar, dass eine mit Wasser gefüllte und zugeschmolzne Glasröhre, wenn dasselbe in ihr gefriert, und der Wärmestoff entweicht (§. 222. c.), mehr absolutes Gewicht hat, als wenn derselbe wieder hinzutritt (§. 220. a.), und das Wasser flüssig macht, da hier weder specifisches Gewicht, noch Ausdünstung ins Spiel kommen kann; aber eben so merkwürdig ist es auch, dass die Metallkalke nach dem Verluste des Brennbaren durch den Beytritt der Feuerluft (§. 113. c. d.) schwerer werden, welche letztre sich in dem durch Wärmestoff ausgedehnten Zustande befindet, und unter allen Cörpern das meiste von ihm enthält. Diese Erscheinung blos von einer freygewordnen Schwere der Metalle, nach Entweichung des absolut leichten, oder dafür angenommnen Brennbaren herzuleiten, und zwar aus dem Grunde, weil diese Gewichtszunahme im Glühen geschähe, wodurch sonst die Feuerluft selbst ausgetrieben würde —, dieses scheint nicht nothwendig, da ja die Anhängung der Feuerluft in dem Maasse sich vermehren kann, wie die heftige Hitze abnimmt, so, dass der völlig abgekühlte Kalk, oder auch schon bey einer mindern Kälte, mit der Feuerluft gesättigt ist.

§. 219.

Feste Cörper werden von dem Wärmestoffe, sogar bis zum Flüssigwerden und Verdampfen, ausgedehnt.

a) Der erste Grad dieser Einwirkung ist eine *wirkliche Ausdehnung* oder Aufschwellung nach allen

Seiten, *ohne* merklichen und grofsen *Verluſt der Feſtigkeit.* In der Länge wird dieſe Ausdehnung merklicher ſeyn, als in der Breite, weil jedes Stück des Ganzen nur um eine beſtimmte Gröſse zunimmt, und ſich dort die Zunahmen ſtärker ſummiren. Die im Sommer mehr erwärmten Penduln ſchwingen daher langſamer (§. 172. g.), als im Winter. Die Ausdehnung kann einen ſpröden Cörper, wenn ſie auf ihn überhaupt, oder an einem Theile zu ſchnell wirkt, ſogar zum Zerreiſsen bringen, ſo wie ſie hingegen dem Glaſe bey der Kühlung (§. 98. b.), und dem Stahle beym Glühen die Sprödigkeit benimmt.

b) Der zweyte Grad bringt die *Erweichung* hervor, einen Zuſtand, der nicht bey allen Cörpern, die des erſten und dritten Grades fähig ſind, zwiſchen beiden ſtattfindet, und bey manchen, die nur einem unterworfen ſind, gänzlich fehlt. Die Cörper verliehren dabey ſehr merklich ihren Zuſammenhang, und geben einem ungleich ſchwächern Drucke nach, ſie weichen in ihrer Maſſe nach allen Seiten aus, wie Flüſſigkeiten, ohne jedoch welche zu ſeyn. Dadurch werden ſie nicht nur geſchickter Formen anzunehmen, die ſie beym Nachlaſſen der Wärme und bey mehrerer Feſtigkeit behalten, ſondern ſie laſſen ſich auch als einzelne Stücken durch einen Druck in ein vollkommen vereinigtes Ganzes verbinden, ſo wie es die noch ſtärker ausgedehnten Flüſſigkeiten ſchon bey der bloſsen Vermiſchung thun. Wachs, Platina und Eiſen (§. 111. a.) geben von dem Weichwerden durch Erwärmung, und von allem, was davon geſagt worden, hinlängliche Beyſpiele.

c) Durch

c) Durch die dritte Einwirkung, die aber vor der vierten so wenig nothwendig vorausgeht, als die vorige vor dieser, ist die vollkommne Verwandlung in eine Flüssigkeit, die *Schmelzung.* Auch hierbey nehmen die Cörper am Umfange zu, nur wenige ausgenommen, wie Eis, Wismuth, Eisen, Spiesglanz, und Schwefel, wo die Zunahme weniger merklich ist. Einige kommen nach und nach durch Erweichen in den flüssigen Zustand, andre gehen plötzlich aus dem festen in den flüssigen über, und zwar nach ihrer verschiednen Art, mit oder ohne vorhergehende Gluth (§. 111. a.).

d) Die letzte und höchste Einwirkung, die auf die dritte, oder blos für sich zu erfolgen pflegt, bringt die *Verwandlung* fester Cörper *in einen Dampf* oder Dunst hervor. Man kann nicht leugnen, dafs bey einigen, wie bey dem Salmiak und flüchtigen Alcali ein Antheil von Wasser wirksam seyn konnte (§. 59. c. 66. b.), aber der wasserlose Schwefel giebt uns ein Beyspiel des Gegentheils (§. 39. i. 40. a.). Die gröbste Zertheilung zeigt sich bey dem dicken Holzdampfe, aber ungleich feiner, wiewol auf die nämliche Art, werden die Rufstheile durch die Kerzenflamme verbreitet. Am alleraufgelegtesten sind zu dieser Verwandlung alle mit Brennbarem versehene Cörper, wie die glänzenden Metalle, bey denen sogar die Kalke durch Hülfe des Brennbaren können gehoben werden (§. 112. b.), die brennbaren Mittelsalze nebst dem Campher (§. 123. c. 126. b. 129. b.), der weifse Arsenik und Arsenikkönig (§. 105. c. 107. a.), der Schwefel, und alle brennbare organische Cörper (§. 157. b. e.). Zu den min-

der brennbaren gehören der Salmiak, und der Queckſilberſublimat (§. 117. f.). Alle dieſe Cörper und ihre Verbindungen laſſen ſich durch die Hitze in einen trocknen mehr oder weniger ſichtbaren und gefärbten Dampf verwandeln, und vereinigen ſich an der kältern Stelle wieder zu einem feſten Cörper, der aber nur aus den feinſten, der Verdampfung fähigen Theilen beſteht, und alſo durch *Sublimation* (§. 22. c.) gereinigt und geſondert iſt.

e) *Scheinbar* werden feſte Cörper *durch die Hitze in einen engern Raum zuſammengezogen*, wenn die Urſache ihrer vorherigen Ausdehnung in Stoffen lag, die durch die Wärme verflüchtigt wurden. Nach ihrer Austreibung treten nun die Beſtandtheile näher zuſammen, oder die geformten Theile des Ganzen werden aneinander gedrückt, da ſie noch einen elaſtiſchen Zuſammenhang haben, und der Widerſtand wegfällt. So wird feuchter Thon durch Trocknen, und das Holz nach der Verwandlung in Kohle verkleinert. Feuchtes Holz zerreiſst beym Trocknen, ſo wie durchs Gefrieren (§. 222. a. d.), aber aus andern Urſachen.

§. 220.

Die flüſſigen Cörper werden durch Wärme ausgedehnt, und ſogar in Dunſt verwandelt.

a) Die in der Wärme unſrer Atmoſphäre flüſſigen Dinge ſind es nicht unbedingt, ſondern blos durch dieſe Wärme des Planeten. Selbſt die kälteſten Flüſſigkeiten ſind nur in Vergleichung kalt (§. 213. i.), und werden erſt bey einem höhern Grade der Kälte feſt und gefroren. Das kalte Blut der Amphibien und Fiſche, und der

Saft.

Saft der Gewächse im Winter, sind noch immer durch hinlängliche Wärme flüssig, und zur Lebenserhaltung geschickt, da sie diese Fähigkeit durch einen vollkommnen Frost verliehren. Sie sind also schon selbst Ausdehnungen, und *für sich geschmolzen* (§. 219. c.).

b) Sie werden aber gleichwol noch durch Wärme verändert, und zuerst *ausgedehnt*. In grossen Massen ist dieses weniger merklich, als wenn sie mit zarten Röhren verbunden werden, in denen die Grade des Aufschwellens sichtbarer sind. Bringt man eine solche Röhre von Glas in eine mit kühlem Wasser gefüllte Flasche, die genugsam dünne Wände hat, um nicht zu zerspringen, und die Wärme einwirken zu lassen, und taucht die Flasche in heisses Wasser, so wird die Flüssigkeit in der Röhre sinken, weil sich die Flasche selbst ausdehnt und erweitert. Sobald aber das Wasser in der Flasche selbst erwärmt wird, schwillt es auf, und steigt in der Röhre merklich empor, da die Pressung von der ganzen Masse gegen die Höhlung der Röhre geht, und hier sich blos der Länge nach äussern kann. Die Ausdehnung der Flüssigkeiten ist sehr ungleich, jedoch immer beträchtlicher, als die der festen Cörper, geringer als die der Luft (§. 223. f.).

c) Da die Masse dieselbe bleibt, so müssen nothwendig bey der Zunahme des Umfangs *die Theile lockerer zusammenhängen*, und eben dadurch auch geschickter werden, in andere Cörper einzudringen. Wachskugeln und hohle Glaskugeln, die in kaltem Wasser oder Brandwein schwimmen, sinken, und finden weniger Widerstand, wenn diese Flüssigkeiten erwärmt sind. Die Flüssigkei-

keiten ſind zwar überhaupt ſchon wegen ihrer Zertheilung und Durchdringungskraft bey Auflöſungen unentbehrlich, aber dieſe Kraft wird durch die Wärme, welche noch auſser der zur Flüſſigkeit nöthigen (§. 219. c.) hinzukommt, beträchtlich vermehrt, da die Urſache zunimmt.

d) Wie die feſten Cörper (§. 219. d.), ſo werden auch die flüſſigen nicht nur mit Beybehaltung ihres Zuſammenhangs ausgedehnt, ſondern auch bey fortgeſetzter Wirkung in die feinſten Theile, in einen *Dunſt* zerſtreut, der ſich an den kältern Stellen abermals in eine Flüſſigkeit verſammelt. Wird dieſes zu chemiſchen Zwecken bewirkt, oder als eine chemiſche Veränderung angeſehen, ſo heiſst die Auftreibung des Dunſtes die *Evaporation*, und die Verſammlung zu tropfbarer Flüſſigkeit die *Deſtillation*. Das Waſſer iſt der vorzüglichſte hierzu geſchickte Cörper, auſserdem werden auch brennbare Stoffe (§. 130. a. 157. a. d.) und Metalle (§. 112. a.) deſtillirt.

e) Bey dem Entweichen der Dünſte findet ſich wol ein dreyfacher, dem Grade nach verſchiedner Zuſtand. Der geringſte und gelindeſte Grad der Entweichung iſt die *unmerkliche Verdünſtung*, wo man nur nach und nach die Flüſſigkeit abnehmen ſieht, und die Gegenwart des Dunſtes über ihr nur durch empfindliche Werkzeuge bemerken kann. Sie iſt gleichſam eine Auflöſung der Flüſſigkeit in der Luft, im Grunde aber wird ſie ebenfalls durch Wärme hervorgebracht und begünſtigt. Der zweyte Grad zeigt ſich bey wirklich *ſichtbaren, aber ſchnell in der Luft verſchwindenden Dünſten*, wie in einer trocknen warmen Luft über heiſsem Waſſer. Der dritte Grad

Grad ift der, wenn faft alle entweichende Theile des Flüffigen *in fichtbaren Dämpfen hervorkommen*, und *fich* als folche lange in einer feuchten oder kalten Luft *erhalten können.*

f) Die fichtbaren Dünfte der tropfbaren Flüffigkeiten, wenigftens des Waffers, find, microfcopifchen Beobachtungen zufolge, *hohle* und leichte *Bläschen*, die daher jeder Luftbewegung nachgeben, und die Undurchfichtigkeit der ganzen Sammlung verurfachen (§. 135. a. 145. a.).

g) Es giebt Flüffigkeiten, die fchon *für fich* in der Wärme der Atmofphäre *mit Schnelligkeit verdunften*, welches, in Uebereinftimmung mit andern Erfcheinungen, der grofsen Verwandtfchaft zuzufchreiben ift, in der fie gegen die gemeine Luft ftehen (§. 146. a.), und noch andre, welche, eben fo für fich, gewaltige fichtbare Dünfte ausftofsen, und dampfen (§. 27. b. 31. a. 49. a.). Diefe letztern fcheinen, ihrer Entftehung nach, mit einer Menge Wärmeftoff überfüllt zu feyn, den fie nicht binden können, und welcher fich mit den flüchtigften Theilen der Mifchung (§. 27. b. 39. f. 32. d. e.) in häufigen fichtbaren Dünften in Freyheit fetzt.

h) Manche der uns bekandten feften Cörper werden bey dem höchften Grade der Einwirkung des Feuers blos ausgedehnt, ohne ihre Feftigkeit zu verliehren, die *flüffigen* Cörper aber werden *bey einem gewiffen Grade der Wärme durchaus in den dunftförmigen Zuftand verfetzt.* Das äufsere Kennzeichen diefer Veränderung ift das *Sieden*, oder eine Wallung der Flüffigkeit, die von einer in ihrem Innern häufig entwickelten Luft herrührt. Sie entweicht in Blafen, die bey durchfichtigen Gefäfsen und Flüffigkeiten aus

den

den Wânden des Gefäſses zu entſpringen ſchei-nen, ſich aber im Grunde blos auf den wärme-ren Ort beziehen, wo die Flüſſigkeit am ſtärk-ſten verändert wird. Das meiſte von dieſer Luft iſt nichts als ausgedehnte Flüſſigkeit, behält, ſo lange die gleiche Hitze fortdauert, ſeine Elaſti-cität, verliehrt ſie nebſt der Luftform bey der Abkühlung, und zieht ſich tropfbar zuſammen. Da die Flüſſigkeiten nur bis zu einem für jede beſtimmten Grade können erwärmt werden, und, wegen der nun erfolgenden Zerſtreuüng, zu kei-nem höhern, ſo dienen ſie eben dadurch gewiſſe Puncte und Stärken der Wärme feſtzuſetzen.

§. 221.

Feſte und flüſſige Cörper können durch die Wär-me, wenn ihre Grundſtoffe dazu geſchickt ſind, in den höchſten Grad der Ausdehnung kommen, und luftartig dargeſtellt werden.

a) Das flüchtige Alcali im feſten Salmiak (§. 59. c.) kann durch Erwärmung die Luftgeſtalt anneh-men, und ſie, unter Queckſilber geſammelt, er-halten; und ſchon oben haben wir die künſtli-chen, aus brennbaren Cörpern, Braunſtein und Salpeter (§. 3. b. 13. c.) *ohne Zuthat einer Flüſſigkeit erhaltnen* dauernd *elaſtiſchen Luftarten* betrachtet.

b) Die meiſten durch *Aufbrauſen* erhaltnen Luftar-ten (§. 3. b. 14. d. 49. c. 72. a.) kommen aus den feſten Cörpern ſelbſt, und können, als ſchon in ihnen vorhanden, auf andre Arten er-wieſen werden (§. 112. d. 54. b. 73. a.). Die Salpeterluſt und dephlogiſtiſirte ſalzſaure Luft (§. 33. b. 53. a.) machen hierbey eine Aus-nahme bey aller Aehnlichkeit, und werden aus den

den Flüſſigkeiten ſelbſt mit Hülfe der feſten Cörper entbunden. Selbſt die Feuerluft aus Gewächſen ſcheint aus Gründen (§. 8. b.) eine ſolche durch einen feſten Cörper vermittelte Luftabſcheidung aus einer Flüſſigkeit zu ſeyn.

c) Endlich ſo werden auch *bloſse Flüſſigkeiten in Luft verwandelt*, wie die ſalpeterſaure Luft, die alcaliſche, und die brennbare aus Naphtha hiervon Beweiſe ſind (§. 33. a. 61. a. 146. a.). Die letztere zeigt die Verwandlung der ganzen Menge am auffallendſten, da die andern mehr Ausſcheidungen der Grundſtoffe aus der wäſsrigen Auflöſung ſind. Auf eine ähnliche Art entweicht auch aus dem Waſſer, im Anfange des Siedens die ihm beygemiſchte Luftſäure, und brennbare oder verdorbne Luft.

d) Alle dieſe künſtlichen Luftarten, von denen einige ſelbſt in der freyen Natur vorkommen, werden *durch die Wärme entwickelt*, durch ſolche, die bereits frey und ihnen mitgetheilt iſt, oder durch ihre eigne Wärme, die bey ihrer Miſchung entbunden wird. Mehrere Arten des Aufbrauſens ſind mit einer merklichen Wärme verknüpft, aus Flüſſigkeiten erhält man die Luftarten durch Erwärmen, aus dem Salpeter, dem Braunſtein, u. ſ. w. durch Gluth. So wie die vorigen Ausdehnungen durch Wärme bewirkt wurden, ſo iſt ſie auch zu dieſer unentbehrlich.

e) Bey dem Sieden entſteht auch Luft durch Erhitzung, aber ſie bleibt es nur ſo lange, als die Erhitzung dauert. Die Luftarten aber, von denen hier die Rede iſt, bleiben es, ſelbſt bey der gröſsten Erkältung. Sie *ſind dauernd elaſtiſch*, von bleibender Ausdehnung. Dieſe wurde durch die Wärme bewirkt, und wir können nicht an-

ders

ders glauben, als dafs fie auch durch Wärme erhalten werde. Da aber die ausdehnende Wärme der Luftarten nicht fühlbar ift, fo fehen wir hier eine *befondre Art von gebundner Wärme*, die fich noch durch die fortdauernde Ausdehnung äufsert. Wäre diefer Gedanke wahr, fo müfste bey dem Vermindern der Luftarten ihre Wärme fühlbar ausgefchieden werden: und fo ift es wirklich (§. 2. d. 3. c.).

f) Doch giebt es einige Luftarten, die unter den gewöhnlichen Umftänden dauernd elaftifch find, aber *doch ihrer Entftehung nach*, oder, weil fie merklicher *von der äufsern Kälte verändert* werden, gleichfam das Mittel zwifchen Dünften und Luftarten halten; wie die brennbare Luft aus Naphtha und die dephlogifticirte Salzluft.

g) So kalt als die Luftarten feyn mögen, fo haben fie bey der gröfstmöglichften Art der Ausdehnung immer *mehr innere gebundne Wärme, als die ähnlichen Grundftoffe in fefter und flüffiger Form.* Es giebt ferner keine Luft als befondres Wefen, fondern blos *luftförmige Modificationen von Grundftoffen.* Diefe Grundftoffe können uns, mit andern Cörpern vereinigt, unter mancherley Geftalten erfcheinen; mit dem Wärmeftoff im höchften Grade gefättigt, zeigen fie fich in Luftgeftalt. Unfre Atmofphäre felbft befteht aus einer nach den Umftänden mehr oder weniger gleichen Mifchung von Luftarten.

h) Die kalten dauernd elaftifchen Luftarten können aber *felbft noch durch mitgetheilte Wärme etwas mehr ausgedehnt und elaftifch werden.* Die Art der Ausdehnung ift die höchfte, aber fie felbft wird dem Grade nach erhöht.

i) Da

i) Da nicht alle Cörper, und nicht alle in gleichem Grade, ſich luftförmig darſtellen laſſen, und die Luftgeſtalt von einer gröſsern Beymiſchung und Bindung des Wärmeſtoffs herrührt, ſo mag dieſes, ſo gut wie die ungleiche Schmelzbarkeit und Dehnbarkeit überhaupt, von der *ungleichen Verwandtſchaft* jener Cörper gegen den Stoff der Wärme abhängen.

k) Da die Flüſſigkeiten überhaupt zu Auflöſungen nothwendig, die Luftarten aber die feinſten Flüſſigkeiten ſind, ſo hat man auch bey ihnen Beyſpiele der *ſtärkſten Auflöſungen* (§. 220. c. 53. b. 102. e.).

§. 222.

Die vorigen durch Wärme bewirkten Ausdehnungen werden durch die Entweichung der Wärme wieder aufgehoben.

a) *Feſte Cörper* werden durch die Kälte, beſonders durch ihre plötzliche Einwirkung, *zuſammengezogen*, welches bey ausgebreiteten Flächen oft bis zum Zerrreiſsen geht, oder wodurch die Maſſe ſo ungleich verdichtet wird, daſs ſie eine groſse Sprödigkeit erhält, und eine geringe Kraft ihren Zuſammenhang zerſtört. Dies iſt der Fall vorzüglich bey dem Glaſe, auch werden die härteſten glasartigen Steine durch Glühen und Ablöſchen in kaltem Waſſer zerreiblicher gemacht. Der Stahl aber, der aus dem zähen Eiſen entſteht, wird zwar auch etwas ſpröder, bleibt aber noch immer beträchtlich feſt, und erhält durch Ablöſchen eine gröſsre Härte. Wenn feſte Cörper durch den Froſt ausgedehnt werden, ſo bezieht ſich dieſes auf die ſcheinbare Ausdehnung gefrorner Flüſſigkeiten.

b) *Flüſ-*

b) *Flüſſige Cörper* gehen durch Entweichung des Wärmeſtoffs wieder in die feſte Form zurück, *geliefern*, oder *gefrieren*. Es geſchieht dieſe Veränderung ſowol durch Entweichung der mitgetheilten Wärme, wie bey geſchmolznen und gewöhnlich flüſſigen Cörpern, als auch durch Anziehung bey gewiſſen Miſchungen. Beide Fälle ſind eigentlich gleich, nur daſs jene Anziehung oder Mittheilung gewöhnlich und langſam, dieſe aber gegen gewiſſe Miſchungen ſehr ſchnell geſchieht. So können Kochſalz, Salmiak, rauchender Salpetergeiſt, jedes, wenn es mit Schnee oder Eis vermiſcht wird, in dem Augenblick, wenn letztere kalte Maſſen ſchmelzen, eine künſtliche Kälte hervorbringen, welche die Temperatur der Atmoſphäre weit übertrifft.

c) Geſchmolzne, flüſſige Cörper, und die in Flüſſigkeiten aufgelösten Subſtanzen, nehmen bey der durch Kälte bewirkten Verwandlung in feſte Maſſen nicht ſelten, und mehr oder weniger deutlich, *beſtimmte Bildungen* an. So ſchieſsen in dem Waſſer, wenn es zu Eiſe wird, zuerſt Blättchen und Spieſse mit gewiſſen Ecken und Verhältniſſen, oder Cryſtallen an; wenn der Schwefel, Spiesglanz, Wismuth nach dem Schmelzen erhärtet, geſchieht ein gleiches. Wenn ſich Salzcryſtallen aus einer Auflöſung abſetzen, ſo ſcheint der Fall von jenen verſchieden zu ſeyn; aber dieſe Abſetzung wird nicht weniger durch Kälte begünſtigt, und, eben wie dort, wird mehr oder weniger von dem flüſſigen Cörper in einen feſten verwandelt. Es entſteht auch wol eine fühlbare Wärme, wenn der Uebergang zur Feſtigkeit geſchieht.

d) Da

d) Da die dicken Eismaſſen, und wahrſcheinlich auch die ſpathigen Metalle und der Schwefel, aus einer Menge von Cryſtallen beſtehen, die nicht zu gleicher Zeit ihre Feſtigkeit erlangen, deren jede aber durch Freywerden des Wärmeſtoffs entſteht, ſo iſt es wol denkbar, daſs durch denſelben *einige Theile der Flüſſigkeit in den luftförmigen Zuſtand verſetzt*, und zwiſchen der erſtaunenden Maſſe zurückgehalten werden können. Wenn gleich einzelne Cryſtalle eine vollkommne Dichtigkeit und Klarheit beſitzen, ſo wird doch jene Luft zwiſchen ihnen ſie theils von einander treiben, theils die neue Anſetzung weiter entfernen, ſo daſs am Ende wegen dieſer eingeſchloſsnen Luft der Umfang der ganzen feſtgewordnen Maſſe gegen die vorige flüſſige beträchtlich vermehrt wird. Auf dieſe Art kann ſich das Waſſer und der Schwefel, ja ſelbſt das Eiſen, nicht aber der Stahl, bey dem Feſtwerden ausdehnen, dem Anſcheine nach eine dem Froſte ganz entgegengeſetzte Wirkung zeigen, und das Zertreiben feſter Cörper, in denen Waſſer eingeſchloſſen iſt, vor ſich gehen.

e) *Die Gefrierung iſt*, ſo wie die Ausdehnung durch Wärme, *eignen Regeln unterworfen*, die ſich auf die Art der Cörper und auf die Umſtände beziehen. So friert in dem Meerwaſſer nur der wäſsrige Theil, das Eis iſt ſüſs, aber das ungefrorne Waſſer enthält das Salz; mehrere ſalzige und geiſtige mit Waſſer geſchwächte Flüſſigkeiten, als Urin, Eſſig u. d. werden auf eine ähnliche Art durch Froſt verſtärkt. Doch frieren auch wieder ſehr ſtarke wenig wäſsrige Säuren, wie das Vitriolöhl (§. 26. d.), da hingegen der Weingeiſt, der doch immer noch Waſſer ge-

nug enthält (§. 141. f.), dem Frofte am ftärkften widerfteht. Bey einerley Flüffigkeit kann das Aufgiefsen von Oehl, oder das Verfchliefsen in einem Gefäfse, das Frieren länger zurückhalten, als in der freyen kalten Luft gefchehen feyn würde; fchüttelt man aber diefelbe noch vor dem Frofte gefchützte Flüffigkeit, fo erftarrt fie plötzlich, oder doch in einer fehr kurzen Zeit.

f) *Die Dämpfe* (§. 219. d.) *und Dünfte* (§. 220. d.) werden, wie wir fchon fo oft bemerkt haben, durch die Wärme hervorgebracht, *durch die Kälte* aber fichtbarer, und zuletzt in fefte oder tropfbare Maffen *vereinigt.* Bey dem erften Falle ift nicht felten eine Cryftallifation, wie bey dem Gefrieren flüffiger Dinge, und die Figuren des Schnees und Reifes find auf keine andre Weife fchicklich genug zu erklären.

g) Wirkliche *elaftifche Luftarten* werden *von der Kälte zufammengezogen,* wenn fie von der Wärme ausgedehnt wurden (§. 221. h.). Auf diefe Verminderung gründen fich mehrere Drucke der äufsern Luft, wodurch Flüffigkeiten in Höhlen getrieben werden, in denen man die Luft vorher durch Wärme verdünnt, fo dafs nicht mehr die ganze, der äufsern Luft das Gleichgewicht haltende Menge, fondern nur ein durch die Wärme zur gleichen Gröfse ausgedehnter Theil zurückblieb.

h) Aber auch im gewöhnlichen Zuftande können *Luftarten vermindert* werden, nicht fowol durch Abgabe ihres Wärmeftoffs wegen äufserer Erkältung, fondern vielmehr *wegen innerer Verwandtfchaft.* Zu jener Zufammenziehung, wiffen wir fchon (§. 221. c.), ift ihr Wärmeftoff

zu innig gebunden. Finden ſie aber Cörper, mit denen ſie ſich nach der Natur ihres Grundſtoffs verbinden können, ſo wird die Verwandtſchaft wirkſam, und indem dadurch der Wärmeſtoff in Freyheit kommt, der luftförmige Zuſtand aufgehoben, die Luft, wie man zu ſagen pflegt, von dem Cörper verſchluckt, und an Umfang vermindert. Nur einige der merkwürdigſten Beyſpiele wollen wir bemerken. Wenn der Salmiak aus zwey Luftarten wiederhergeſtellt wird, ſo entſteht eine Erwärmung; wenn Luftarten das Eis zum Schmelzen bringen (§. 51. d. §. 61. d.), ſo werden ſie vermindert, und daſſelbe erfolgt, wenn ſich die Feuerluft mit dem Brennbaren (§. 1. c — f. §. 21. c. d.), oder mit der Salpeterluft (§. 2. b. d. §. 3. c.) vereinigt. Die letztern Fälle entwickeln ebenfalls fühlbare Wärme; und die Wirkung auf das Brennbare iſt es vorzüglich, welche das Feuer aus dem Luftraume, ſeiner gröſsten und reichſten Niederlage, abſondert.

§. 223.

Vermittelſt jener Ausdehnungen können gewiſſe Grade der freyen Wärme ſichtbar gemacht und beſtimmt werden.

a) Um von den Begebenheiten der Natur ſich eine immer mehr zuſammenhängende Vorſtellung machen zu können, ſind Mittel nöthig, die Arten der Dinge ſowol, als ihre ſtufenweiſen Verhältniſſe zu erforſchen. So haben wir von der letztern Art ſchon mehrere Werkzeuge zu Meſſungen betrachtet, das Eudiometer, Barometer, Hygrometer, Manometer u. d. Die Ausdehnung, welche durch die freye Wärme bewirkt,

und durch stärkere Wärme vergrössert wird, giebt uns ein Mittel an die Hand, die Grade dieser ihrer Ursache zu bestimmen. Bedient man sich der Flüssigkeiten, um die Ausdehnung zu messen, so werden die Werkzeuge *Thermometer* genennt, ob sie gleich eben so, wie alle ähnliche, *Wärmemesser* vorstellen.

b) Da die *Luft am leichtesten ausgedehnt* wird, so kann man sich ihrer zu diesem Zweck bedienen, und die empfindlichsten Werkzeuge dieser Art erhalten. Unvollkommner ist die Einrichtung, wenn sie der im Barometer ähnlich ist, so dass die Flüssigkeit am untern Ende der Glasröhre der freyen Luft ausgesetzt, oben aber der Raum statt der torricellischen Leere nebst der am Ende geblasnen Kugel mit Luft erfüllt ist, die bey grösserer Erwärmung die Flüssigkeit tiefer herabdrückt. Man sieht leicht ein, dass der wechselnde Druck der äussern Luft jenem der erwärmten innern Luft sehr ungleich entgegenwirken müsse. Vollkommner ist die Einriehtung, wenn man die Kugel eines wirklichen Capselbarometers zuschmelzt, nachdem man einige Luft noch über dem Quecksilber gelassen, die durch ihre Ausdehnung das Metall höher gegen die torricellische Leere, die hier nur länger, als im eigentliehen Barometer, seyn muss, hinaufdrücken kann.

c) Um aber ein *weniger empfindliches* und *zu stärkern Wärmegraden brauchbares Werkzeug* zu erhalten, hat man tropfbare Flüssigkeiten in eine mit einer viel weitern Kugel oder Walze versehene, und am andern Ende zugeschmolzne Glasröhre eingeschlossen, worin die in der Kugel ausgedehnte Flüssigkeit die feinern Grade beym Auf-

Auffteigen bezeichnet. Weingeift und Queckfilber find die Maffen, deren man fich gewöhnlich bedient, wovon die letztre theils zu noch höhern Graden gefchickt, theils einer gleichförmigern Ausdehnung und Reinigkeit fähig ift. Der Weingeift mufs mit Waffer verdünnt feyn, weil er fonft zu ftark ausgedehnt würde. Die Eintheilung der Grade felbft ift willkührlich, und blos der Bequemlichkeit wegen find einige vor andern gebräuchlich; nur das ift nothwendig, dafs zwey beftimmte Puncte, der *Eispunct*, in dem das Waffer friert, oder aufthaut, und der *Siedepunct* deffelben, gleichförmig beftimmt werden. Jenen erhält man ziemlich gleichförmig, wenn man den weitern Theil der Röhre in fchmelzenden Schnee, oder gefchabtes Eis bringt, aber diefer kann durch den verfchiednen Druck der äufsern Luft, und die Reinheit des fiedenden Waffers felbft etwas verändert werden. Die Thermometerfcalen find nach ihren Erfindern verfchieden. Fahrenheit theilt den Raum zwifchen obigen Puncten von unten nach oben in 180, Reaumur hingegen in 80 Grade ein, und beide Eintheilungen find die gebräuchlichften. Nur theilt Fahrenheit noch unter dem obigen Froftpuncte 32 gleiche Grade ab, rechnet fie zu den vorigen, und zählt von dem unterften 32ften, der durch eine künftliche Kälte beftimmt wird, bis zum Siedepuncte in allem von 1 — 212. Reaumur hingegen zählt von dem Froftpuncte an, der durch fchmelzenden Schnee beftimmt, und fchwächer ift, als jener, aufwärts bis 80, und abwärts, wie Fahrenheit, fo weit noch die Röhre es zuläfst. Beide Thermometer find mit Weingeift gefüllt, aber man

 hat

hat auch ein Queckſilberthermometer mit der reaumuriſchen Scale, das freylich bey einerley Wärme nicht völlig mit dem Weingeiſtthermometer übereinſtimmen kann. De Lisle und Celſius zählen auch zwiſchen den beſtimmten Puncten, jener 150 Gr. von oben herunter, dieſer 100 von unten hinauf. Das von der Florentiniſchen Academie vor allen dieſen angegebne Thermometer hat willkührliche Abtheilungen über und unter einem ebenfalls unbeſtimmten Puncte, dem der gemäſsigten Temperatur.

d) Da es aber eine Menge von Wärmegraden giebt, die die obigen Flüſſigkeiten in Dampf verwandeln, und ſie zur Beobachtung ungeſchickt machen würden, ſo hat man auch wol Thermometer von ähnlicher Einrichtung aus feuerbeſtändigen Maſſen, und mit leichtflüſſigem Metall gefüllt, zu dieſem Ende vorgeſchlagen. Aber gewöhnlicher ſind die ſogenannten *Pyrometer*, wo die Ausdehnung eines feſten feuerbeſtändigen Cörpers, wiewol etwas unbequemer, die Grade der heftigſten Hitze bemerken läſst. So wird ein ſtarker erhitzter eiſerner Ring wegen der gröſsern Ausdehnung einen gröſsern Durchmeſſer von einerley Kegel umfaſſen können, als bey minderer Hitze, und eben ſo wird ein thönerner Würfel bey gröſserer Ausdehnung weniger tief in einen Canal geſchoben werden, der ſich nach und nach verengert. Empfindlicher aber wird die Einrichtung, wie bey dem Manometer (§. 190. b.), wenn ein durch Hitze verlängerter eiſerner Stab gegen den kürzern Arm eines Hebels drückt, deſſen längerer Arm an einem eingetheilten Kreiſe die Grade des Druckes anzeigt.

e) Nach

e) Nach diesen Werkzeugen ist man im Stande gewesen, sowol die *verhältnissmässige Ausdehnung gewisser Cörper*, als auch die Erscheinungen bey verschiednen Wärmegraden zu bestimmen. Was jene anlangt, so dehnte sich bey der vom Frostpunct bis zur Siedhitze verstärkten Wärme aus

Luft	um	0,7143.	ihres cörperlichen Gehalts.
Weingeist	—	0,087.	
Leinöhl	—	0,072.	
Wasser	—	0,037.	
Queckfilber	—	0,014.	
Bley	—	0,001417.	
Zinn	—	0,001399.	
Messing	—	0,001005.	
Kupfer	—	0,000814.	
Eisen	—	0,000731.	
Silber	—	0,000713.	
Gold	—	0,000700.	

f) Mit den verschiednen Graden der Wärme werden auch gewisse Cörper sehr ungleich verändert, und dieses giebt Gelegenheit zu Tabellen, welche die *Stufenleiter jener Grade* noch mehr versinnlichen können. Nach dem Fahrenheitischen Thermometer

40 Gr. unter dem Frostpuncte mit o bezeichnet — friert Quecksilber.

24$\frac{3}{4}$ Gr. unter o, Kälte von Eis und rauchendem Salpetergeist.

o Gr., Kälte von Schnee und Salmiak.

20 Gr. über o, friert Burgunder und Maderawein.

25 Gr. über o, friert Lämmerblut.

28 Gr. über o, friert Urin und Weinessig.

30 Gr. über 0, friert Milch.
32 — — (0 bey Reaumur) friert Waſſer.
38 — — wird Leinöhl zähe.
66 — — iſt die höchſte Wärme der Krankenzimmer und Orangeriehäuſer.
84 — — fängt Butter an zu ſchmelzen.
88 — — iſt Butter geſchmolzen.
96 — — iſt die natürliche Blutwärme.
100 — — ſchmilzt Nierenfett vom Schweine, verhärtet der Walrath, und werden Hühner ausgebrütet.
108 — — ſchmilzt Walrath.
140 — — ſchmilzt gelbes Wachs.
176 — — ſiedet Alkohol.
180 — — ſiedet gemeiner Weingeiſt.
186 — — iſt ſchwarzes Pech geſchmolzen.
199 — — ſiedet rother Franzwein.
210 — — ſiedet Kuhmilch.
212 — — ſiedet Regenwaſſer (80 Reaum.).
216 — — wird Colofonium weich.
218 — — ſiedet Meerwaſſer.
220 — — ſchmelzen 2 Th. Bley, 1 Th. Zinn, und 5 Th. Wismuth vermiſcht.
236 — — fängt Schwefel an zu ſchmelzen.
236 — — iſt Colofonium geſchmolzen, und ſiedet Pottaſchenlauge.
242 — — ſiedet Scheidewaſſer.

244

244	Gr. über o,		iſt Schwefel geſchmolzen.
283	—	—	ſchmelzen gleiche Theile von Wismuth und Zinn.
408	—	—	ſchmilzt reines Zinn.
460	—	—	ſchmilzt Wismuth.
546	—	—	ſiedet Vitriolöhl.
550	—	—	ſchmilzt reines Bley.
560	—	—	ſiedet Terpenthinöhl.
600	—	—	ſiedet Leinöhl, und Queckſilber (Reaum. $254\frac{4}{9}$.).
650	—	—	leuchtet geglühtes Eiſen nicht mehr im Dunkeln.
770	—	—	leuchtet es im Dunkeln.
800	—	—	— — in der Dämmerung.
1000	—	—	— — am Tage.
1049	—	—	iſt die Hitze eines kleinen nicht angeblasnen Steinkohlenfeuers.
1408	—	—	die Hitze eines kleinen Holzfeuers.

g) Da die Chemiker ſich zu ihrem Hauptgeſchäffte, der Bewirkung von Auflöſungen, auch des Hauptmittels, der Wärme, bedienen müſſen, ſo ſind ſie genöthigt, weil die verſchiednen Grundſtoffe in den Graden der Wärme ſehr ungleich verändert werden, auch auf ſelbige Rückſicht zu nehmen, um ihre Zwecke zu erreichen. Eine genaue Befolgung der einzelnen Thermometergrade würde ihnen aber in der Ausführung unmöglich fallen, da die Feuerungsmaterialien in kurzen Zeiträumen zu ungleich wirken, nur die plötzliche Verſtärkung ſchädlich, aber durch Vorſicht leicht zu verhüten und einzuſchränken,

 auch

auch aus den Erſcheinungen ſelbſt vorherzuſehen iſt. Nach dieſen letztern werden *von den Chemikern nur einige Hauptgrade angenommen*, deren jeder mehrere der oben bemerkten unter ſich begreift. Der erſte geringſte Grad der erhöhten und fühlbaren Wärme iſt der *Digeſtionsgrad*, in dem die gelinden Auflöſungen bewirkt werden, und die Gährungen geſchehen; er iſt der natürlichen Menſchenwärme gleich, und erſtreckt ſich von 34 — 94 Fahrenh. Graden. Der zweyte iſt der *Deſtillationsgrad*, der ſich von 94 — 212, alſo bis zum Sieden des Waſſers erſtreckt, und die gelindern Verdünſtungen bewirkt. Der dritte, der *Sublimirgrad*, zerſtreut die dazu fähigen feſten Cörper in Dämpfe, giebt feuerbeſtändigen Gefäſsen eine rothe Gluth, verkohlt organiſche Cörper, ſchmelzt Zinn, Bley, und Alcali, und bringt das Vitriolöhl zum Deſtilliren. Er geht von 212 — 600 Graden. Der vierte, oder der *Schmelzgrad*, der ſich ungefehr bis zu 500 Gr. erſtreckt, zerſtört unedle Metalle, bewirkt die Verglaſung, und bringt in der gröſsten Stärke das Eiſen mit einer weiſsen Gluth in den Fluſs. So weit gehen die Wirkungen, die man mit dem gewöhnlichen Feuer zu erhalten vermag, aber bey der Anwendung der Feuerluft, der Electricität, und des concentrirten Sonnenlichts, kommt der *höchſte* bekandte *Grad* zum Vorſchein, wo Eiſen plötzlich ſchmelzt, edle Metalle verkalkt oder ſublimirt werden, und Erden ſchnell in Fluſs kommen.

§. 224.

Alle obige Ausdehnungen haben manches mit einander gemein.

a) Je

a) Je gröſser die *Ausdehnung* iſt, um ſo mehr werden die widerſtehenden Theile getrennt, ihr *Zuſammenhang wird vermindert,* und ſie geben einer Kraft leichter nach, als vorher; ſo läſst ſich das erhitzte Eiſen ſchmieden, erwärmte Flüſſigkeiten ſind nachgiebiger (§. 220. c.), und am meiſten iſt es die Luft. So wie aber die Ausdehnungen einen Verluſt der Feſtigkeit verurſachen, ſo werden ſie auf der andern Seite die Urſache einer gröſsern Stärke. Dieſes äuſsert ſich mehr bey flüſſigen und luftartigen Cörpern; je mehr ſie ausgedehnt ſind, um ſo geſchickter werden ſie, ihre Verwandtſchaft zu andern Cörpern zu äuſsern, und ſie aufzulöſen.

b) Die *ausgedehnten Dinge gewinnen* auch, ſo ſehr ſie übrigens nachgeben, in einem eingeſchloſsnen Raume *an Elaſticität.* Am deutlichſten zeigt ſich das an warmen Dünſten, und an erwärmten oder plötzlich entwickelten Luftarten. Durch dieſe Elaſticität kann eine gewaltige Erſchütterung der Luft, und ein verhältniſsmäſsiger Schall hervorgebracht werden; von ihm erhalten einige Erſcheinungen, die ſich mit einem Knalle zeigen, den Namen von Verpuffungen und Detonationen; ſie gehören entweder zu den angeführten Fällen, oder ſie entwickeln plötzlich und in Menge den Wärmeſtoff, der die naheliegende Luft hinlänglich erſchüttern kann. Manche geſchehen ſogar in freyer Luft, und wenn gleich hier kein eingeſchloſsner Raum in die Augen fällt, ſo iſt doch die umgebende Luft bey der plötzlichen und groſsen Ausdehnung nicht vermögend, ſo ſchnell zu entweichen, und vertritt ſeine Stelle.

c) Die *Ausdehnungen gründen* ſich auf Mittheilung und Annahme der Wärme. alſo auch, wie dieſe, *auf Verwandtſchaft* des Wärmeſtoffs mit den auszudehnenden Cörpern. Beide Verwandtſchaften halten einen ähnlichen Gang (§. 223. f.), aber die Erfolge der Ausdehnung ſind wieder nach der Natur der einzelnen Cörper beſtimmt. Weder die Dichtigkeit, noch die verhältniſsmäſsige Annahme des Wärmeſtoffs (§. 212. e.), beſtimmt das Verhältniſs derſelben. Eine Hitze, die diejenige weit übertrifft, welche nöthig wäre, um eine gewiſſe Cörperart zum Schmelzen oder Verdampfen zu bringen, bewirkt dieſes nicht mit der verhältniſsmäſsigen Schnelligkeit, die man erwarten ſollte. So geſchieht es z. B. mit dem Eiſe und Waſſer, und bey den Erkältungen ſcheint es derſelbe Fall zu ſeyn, wenn ein glühender Eiſentropfen unter Waſſer fällt, und noch einige Zeit ſeine Gluth behält.

d) Noch iſt zu bemerken, daſs die Ausdehnung eines Cörpers immer leichter wird, je mehr er ſchon von der Atmoſphärenwärme ausgedehnt iſt, leichter bey einem flüſſigen, am leichtſten bey einem luftförmigen; und daſs Cörper, die für ſich den Ausdehnungen gewiſſer Art oder in einem gewiſſen Grade widerſtehen, ihnen nach einer Vermiſchung mit andern, die ſogar von der nämlichen Beſtändigkeit ſind, nachgeben müſſen (§. 85. e. §. 111. d.).

e) Wenn von einem gewiſſen Cörper die Rede iſt, ſo kann man nur ſagen, daſs er einem beſtimmten Wärmegrade widerſtehe, und in ihm nicht in dieſe oder jene Ausdehnung gebracht werde. *Es folgt* darum noch gar *nicht, daſs er auch bey einem weit höhern Grade von dieſer Ausdehnung frey*

frey seyn werde; ja die Erfahrung hat es uns selbst an den feuerbeständigen Cörpern gezeigt (§. 223. h.), daſs wir sie wol verändern konnten, so bald ein stärkerer Feuergrad in unsrer Gewalt war. Die feuerbeständigsten Cörper, die reinen Erden, sind im höchsten Grade dem Schmelzen unterworfen, vielleicht giebt es in dem Weltraume noch einen Grad, oder mehrere, wo sie verfliegen würden. Dasselbe gilt auch umgekehrt, von Cörpern, die gewöhnlich ausgedehnt sind, sie sind es blos unter Bedingung (§. 220. a.).

f) Da nun ein Wärmegrad sehr verschieden auf die verschiednen Grundstoffe wirkt, die meisten Cörper aber aus mehrern Grundstoffen bestehen, die ungleich von der Wärme verändert werden, so bedient sich der Chemiker *gewisser Wärmegrade,* nicht nur, um den *auflöslichern Theil* von dem schwerauflöslichen, sondern auch die *flüchtigern Theile* von den beständigern *zu sondern.* Hierzu dienen besonders die Destillationen, Sublimationen, Röstungen und Verkalkungen, wo zuweilen mehrere Theile bey nach und nach verstärkter Hitze in einer bestimmten Reihe auf einander folgen (§. 26. d. 30. c. 32. d. 46. a. 108. b. 126. 157.).

g) So wie sich die Arten der Ausdehnung mit in andre Erscheinungen mischen, und bey mathematischen Bestimmungen mit in Anschlag kommen müssen, so *hängt auch die Ausdehnung selbst von andern Umständen ab.* Je stärker der Druck der äuſsern Luft ist, um so mehr werden die Ausdehnungen eingeschränkt, und in eben dem Grade vermehrt, in dem er geschwächt wird. So verdampft das Queckfilber bey geringer Wär-

Wärme in der torricellischen Leere, und Wasser siedet schon in der Wärme der Hand, wenn es in einer luftleeren Höhle eingeschlossen ist. Wird es aber mit Luft in dichtverschlossnen Gefäsen der Hitze ausgesetzt, so nimmt es eine weit grösere Hitze an, als in freyer Luft, weil der Widerstand gröser ist, und das Verdampfen zurückgehalten wird. Die Flüssigkeiten in Röhren, die unten kugelförmig erweitert, oben aber verschlossen sind, steigen bey einerley Wärme höher, wenn der Raum über ihnen luftleer, als wenn er mit Luft erfüllt ist. Eine andre Einschränkung der Ausdehnung liegt in der Nähe starkkühlender Cörper, welche die zur Ausdehnung nöthige Wärme immer ableiten, oder solcher, die sich nicht stark genug erhitzen, und die nöthige Wärme nicht in dem Cörper ansammeln lassen, der ausgedehnt werden könnte. So brennen Papier und Faden, dicht um ein kaltes Metall gewickelt, nicht an; Wasser läst sich in einem papiernen Gefäse kochen; und ein zinnernes Gefäs, in welchem Wasser kocht, wird bey der stärksten Hitze nicht geschmolzen.

h) Da alle Ausdehnungen den Raum und Umfang vergrösern, ohne die Masse zu vermehren, so ist es auch natürlich, dass alle Cörper um so mehr *specifisch leichter* seyn müssen, je stärker ihre Ausdehnung ist.

i) *Bey allen Ausdehnungen durch Wärme wird diese*, mehr oder weniger dauernd, in den ausgedehnten Cörpern angehäuft, und bey dem Gleichgewichte des Wärmestoffs (§. 213. l.) *irgendwo vermindert*. Oft geschieht dieses sehr merklich in der Nähe des ausgedehnten Cörpers selbst, und so werden die *Ausdehnungen Ursache einer Er-*

Erkältung. Eine jede Verdünſtung (§. 220. d.) iſt Ausdehnung durch Wärme, und indem ſie geſchieht, wird ſie der ausdünſtenden Maſſe, und dem Cörper, den dieſe berührt, ſeine Wärme rauben und ihn abkühlen; und zwar in dem Maaſse der Stärke, mit dem ſie vor ſich geht. Verdünſtendes Waſſer, und noch mehr Weingeiſt oder Naphthe (§. 146. a.), bringen Kälte hervor. Wenn Salze, als Salmiak, Salpeter, und cryſtalliſirtes Glauberſalz, im Waſſer aufgelöſt werden, und in einen ausgedehntern Zuſtand kommen, ſo erkälten ſie; Queckſilber und Zinn werden bey ihrer Verbindung kälter, und Waſſer friert auf einem warmen Ofen zu Eis, wenn Eis oder Schnee unter ihm mit Salzen zum Schmelzen gebracht wird.

k) So iſt es auch im entgegengeſetzten Falle wol zu denken, *daſs die Verminderung der Ausdehnung Wärme hervorbringen werde.* Bey dem Gefrieren des Waſſers und der Cryſtalliſation des Glauberſalzes wird wirklich in dem Augenblicke des Feſtwerdens merkliche Wärme entbunden; zerfallnes Glauberſalz erhitzt ſich mit Waſſer, welches zum Cryſtalliſationswaſſer wird, und ſeine Flüſſigkeit verliehrt, auch ſcheint die Erhitzung des gebrannten Kalkes etwas hiervon abzuhängen. Je ſtärker die Ausdehnung des Cörpers war, je mehr Feuermaterie verurſachte dieſelbe; es iſt alſo auch natürlich, daſs eine gröſsre Wärme ausgeſchieden werden muſs, wenn die Ausdehnung zumal ſchnell gehoben wird. Daher erhitzen Waſſerdämpfe ſtärker, als ſiedendes Waſſer, wenn ſie ſich an einem Cörper abkühlen; und der Helm einer Deſtillirblaſe wird von den ſich verdichtenden Dünſten heiſser, als

von

von ſiedendem Waſſer, wenn gleich beide einerley Wärmegrad zeigen. Am ſtärkſten muſs ſich die Hitze zeigen, wenn Luftarten, die im höchſten Grade der Ausdehnung ſind, ſich plötzlich vermindern. Noch eine Erſcheinung iſt merkwürdig. Wenn man heiſses Waſſer mit einer gleichen Menge Schnee oder Eis vermiſcht, ſo erhält man nicht, wie bey der Miſchung mit kaltem Waſſer, die mittlere Temperatur (§. 212. a.), ſondern die Miſchung wird ſo kalt, wie der Schnee und das Eis, ja manches davon bleibt wol noch ungeſchmolzen. Man ſieht hier offenbar, daſs ein groſser Theil Wärmeſtoff durch die Flüſſigwerdung gebunden, und für das Thermometer unmerklich gemacht wurde.

§. 225.

Die freye Wärme wirkt in ihren Erſcheinungen nicht nur als Stoff, ſondern auch als Kraft.

a) Die Kraft der Schwere, eine auſser den Grundſtoffen liegende allgemeine Urſache ihrer Veränderung, wirkte von allen Seiten nach dem Mittelpuncte der Planeten, und vielleicht auch der Sonnen; alle übrige Kräfte wirken aus dem Orte ihrer Thätigkeit nach allen Seiten auf die Cörper, die ihrer Einwirkung fähig ſind. So ſahen wir es bey der Anhängung und dem Schalle, ſelbſt bey dem mechaniſchen Stoſse iſt es daſſelbe, nur mit dem Unterſchied, daſs feſte Cörper den Stoſs, der ihnen am ſtärkſten mitgetheilt werden kann, oft nach ihrer Bildung fortleiten, da flüſſige Cörper ſowol bey beſtimmter Richtung des Stoſses einen Strom bilden, als auch durchaus nach allen Seiten können erſchüttert werden. Die Ströme der Flüſſigkeiten, und nach

nach einer Richtung getriebne feſte Cörper, prallen unter gewiſſen Winkeln wieder zurück, wenn ſie plötzlich eine ſtarke Hinderung finden, und ſowol durch kleinere, immer vorhandne Hinderungen, als ſelbſt durch die Divergenz der Kraft, wird dieſe in Entfernungen geſchwächt.

b) Alles das läſst ſich auch auf die Wärme anwenden. So ſehr ſie auch eine Neigung hat ſich von der Erde zu entfernen, und oben merklicher iſt, als unten, ſo wirkt ſie doch nicht weniger *abwärts;* und ſo wie man ſie überall *an den Seiten* empfindet, ſo kann ſie auch daſelbſt geſammelt nach allen Gegenden ſchief zurückgeworfen, concentrirt werden.

c) Das letztere gründet ſich, wie bey dem Schalle, auf die *ſtrahlende Wirkung*, auf die man zuerſt durch die centrale Ausbreitung geführt wird. Dieſe Wärmeſtrahlen ſind, bey aller Anhängung, die die Wärme an gewiſſe Stoffe zeigt, dennoch vorhanden, äuſsern ſich aber nur merklicher in luftförmigen Flüſſigkeiten, indem ſie in ihnen ihre Richtung behalten, aber auf einer feſten glatten Fläche nach den Geſetzen des Rückpralles unter gewiſſen Winkeln zurückgehen. Sind die Flächen ſo eingerichtet, daſs die Wärmeſtrahlen gegen einen Punct zurücklaufen, ſo werden ſie, je näher ſie dieſem Puncte kommen, eine ſtärkre Wirkung äuſsern, als vorher, da ſie aus einander, oder wenigſtens nur parallel liefen. So entſtehen die *Brennſpiegel*, wodurch auch ſelbſt eine mitgetheilte Wärme ohne alles Licht concentrirt werden kann, oder in deren Brennpuncte ein heiſser Cörper, mit oder ohne Licht, ſeine Wärme ſo ausſtrahlt, daſs ſie der

Spiegel gemäſsigt und parallel fortſchickt, und dieſe parallelen Strahlen wieder durch einen andern Spiegel können vereinigt werden.

d) Eine Art der Wärme, die zugleich mit dem ſtärkſten Lichte verbunden iſt, die Sonnenwärme, wird, auſser dem vorigen, noch auf eine andre Art wegen ihrer ſtrahlenden Natur, und mit dem ſie begleitenden Lichte, *durch die Brechung vereinigt.* Bey dem Lichte muſs dieſes noch mehr, ſo wie die Rückprallung der Strahlen, durchgegangen werden. Die andern Arten der Wärme ſind dieſer Brechung nicht fähig.

e) So wie das Licht und der Stoſs, nimmt auch die Einwirkung des freyen Feuers in der Entfernung ab.

§. 226.

In dem höchſten Grade der freywirkenden Wärme geſellt ſich das Licht zu ihren Erſcheinungen, welches bey geringerer Stärke wegfällt.

a) Wenn feuerbeſtändige Cörper aus den drey Claſſen der Grundſtoffe, wo dergleichen vorkommen können, aus der Claſſe der Erden, Säuren, oder Alcalien in den Sublimir- und Schmelzgrad (§. 223. h.) gebracht werden, ſo geben ſie, nach ihrer beſondern Natur, in einer beſtimmten Hitze dieſer Grade, annoch feſt, oder flüſſig, einen hellen Schein in ihrer Oberfläche und Maſſe von ſich, den ſie auch oft noch in Entfernung von der Urſache der Wärme einige Zeit behalten; oder ſie *glühen.*

b) Um dieſe Gluth hervorzubringen, ſind, wie geſagt, die ſtärkſten Grade des Feuers nöthig, aber zwiſchen ihnen giebt es noch verſchiedne Abſtufungen, die ein ungleiches Verhältniſs auf die ver-

verſchiednen Cörper haben. So wird ein Cörper in dem, jener in einem andern glühend; einige *ſchmelzen* erſt *nach dem Glühen*, und werden wol noch verflüchtigt, andre aber kommen erſt bey der höchſten Gluth, oder nie in den Fluſs, und verfliegen niemals. Cörper der letzten Art zeigen allmählige Fortſchritte des Lichtes, das die Gluth bezeichnet. Erſt iſt es ſelbſt im Dunkeln *braunroth*, denn *hellroth*, und ſelbſt am Tage ſichtbar, zuletzt aber *blendend weiſs* (§. 111. a.). Das Bley, welches ohne Glühen ſchmelzt, kann nicht eher glühen, als bis es in ſeiner Miſchung verändert, und verkalkt iſt.

c) *Alle Arten der Wärmeentwicklung* (§. 211.) *können* auch im höchſten Grade ihrer Wirkung *Gluth verurſachen;* das Reiben des Stahles, das Hämmern, der electriſche Funke, das Sonnenlicht, und chemiſche Verbindungen. Aber es iſt wohl zu merken, daſs dieſe höchſte Wärme ſich im luftleeren Raume nicht zu zeigen pflege, und der Stahl zwar vom Steine in Spähne gerieben, aber keiner derſelben glühend wird.

d) Mit der Gluth iſt noch eine allgemeine Art des Zuſammenhanges verbunden, den die Cörper meiſt durch ſie erhalten, nämlich der *glasartige Zuſtand*. Wenn wir den wäſsrigen Fluſs einiger Salze und das Flieſsen der Harze abrechnen (§. 55. d. §. 95. d.), ſo entſtehen alle übrige glasähnliche im Fluſs gebildete Maſſen durch den feurigen Fluſs in einer ſtarken Gluth (§. 70. b. §. 85. e. §. 93. c. §. 97. 112. f.). So iſt zwar das glashafte Anſehen einerley, aber die Entſtehung deſſelben, die Verglaſung, ſehr verſchieden. Sie findet eigentlich nur bey gluthfähigen nicht brennbaren Stoffen ſtatt, obgleich

zuweilen ein kleiner Antheil des Brennbaren ſie befördern kann.

e) Alle flüchtige Grundſtoffe, das Brennbare, die Feuerluft, die flüchtigen Säuren und Alcalien, ſind entweder ſchon lange vor dem Glühen, oder mit ihm entwichen, und können durch anhaltendes Glühen faſt durchgängig vollkommen getrennt werden. Daher iſt das Glühen auch die kräftigſte Art, die feuerbeſtändigen von den flüchtigen Theilen zu ſondern. Manche dieſer letztern ſetzen ſich wieder, oder nun erſt aus dem Luftraume wieder an, wie die Luftſäure und die Feuerluft, letztre thut es am ſchnellſten bey dem Verkalken der Metalle, ſcheint aber, andern Erſcheinungen nach (§. 3. d. §. 16. c.), allerdings nur aus der Atmoſphäre abgeſetzt zu ſeyn.

§. 227.

Wenn die Gluth verflüchtigte brennbare Theile ergreift, ſo entſteht die Flamme.

a) Indem die Gluth ſelbſt *brennbare Theile verflüchtigt*, ſo kann ſie, zumal wenn ſie in einem Cörper nach und nach fortſchreitet, an ihm ſelbſt eine Flamme hervorbringen; ſonſt entſteht auch eine Flamme, wenn ein glühender Cörper bereits vorhandne *brennbare Verflüchtigungen berührt*, oder an ihnen das Feuer der Sonne oder Electricität concentrirt wird. Eine ſchon vorhandne Flamme thut daſſelbe. So wird der brennbare Dampf des Holzes von ſeiner ſchon glühenden Kohle, die brennbare Luft der Kohlen über dem Eiſenhammer von ihrer Flamme, die brennbare Luft aus Metallen durch Electricität u. ſ. w. zu einer Flamme entzündet, und

eben

eben so brennen Flammen über schmelzenden Metallen von der Gluth des Metalls und des Gefäſses.

b) Die *Farbe der Flamme* iſt ſehr verſchieden. Bey einer ruhigen Flamme aus einem groben brennbaren Cörper ſieht man ſie unten blaulich, hingegen weiter oben immer mehr von einer blendenden Weiſse, da die Hitze aufwärts ſtrebt (§. 218.) und die höchſte Gluth (§. 226. b.) mehr oben bewirkt werden kann. Auch iſt im Innern der Lichtflamme die Abſcheidung des Brennbaren ſtärker. Auſserdem ſo ſind auch die Farben der Flammen ſelbſt nach den beygemiſchten Beſtandtheilen verſchieden, wovon ſchon oben mehrere Beyſpiele vorgekommen ſind (§. 9. b. §. 39. d. §. 68. c. §. 111. b.). Das Kupfer, das ſonſt eine grüne Flamme giebt, und dieſelbe auch im Grünſpane zeigt, wenn er mit Pech und Salmiak vermiſcht, giebt in derſelben Verbindung, aber im Kupfervitriol, eine blaue Farbe; und Papier in ſalpeterſaure Kalkauflöſung getaucht, und getrocknet, brennt, wie das Sedativſalz im Weingeiſt, grün, ohne Kupfer.

c) Eben dieſe ungleiche Farbe, ja noch mehr, die andern Erfolge zeigen, daſs *nicht bloſses Brennbares von einerley Natur* könne *verflüchtigt* und in Gluth gebracht worden ſeyn. Der grobe brennbare Cörper verliehrt bey dem Brennen mehr, als ſein brennbarer Antheil allein betragen könnte, und aus der Flamme läſst ſich ein *Sublimat* ſammeln, das bey der Verbrennung organiſcher Cörper verkohlt und ſchwarz iſt, *Ruſs* genennt wird, aber noch auſser den brennbaren auch ſaure, alcaliſche und erdige Theile

 ent-

enthält. Je unvollkommner das Brennen und die Gluth, je dicker die Flamme gewesen, desto häufiger wird dieser Ruſs sich absetzen; je vollkommner die Gluth und die Berührung der reinen Luft ist, um so weniger wird man ihn merken. Gleichwol gehen im letztern Fall seine Theile so gut in die Höhe, wie in jenem, und es wird wahrscheinlich, daſs die Luft im Stande sey, diese Stoffe unmerklich in sich aufzunehmen, gleichsam ihr Magazin vorzustellen, und sie bey Gelegenheit wieder an schickliche Cörper abzusetzen (§. 153. f. §. 159. i.). Bey der Gluth und Flamme einiger Metalle (§. 112. b.) werden selbst ihre schweren, sonst feuerbeständigen Kalke zerstreut, und in die Höhe getrieben.

d) Die *Form der Flamme* ist, bey der Leichtigkeit und Lockerheit ihrer glühenden Dünste, bey der meist bewegten, ja durch die Flamme selbst oft sehr ungleich ausgedehnten Luft, den *mannigfaltigsten Veränderungen unterworfen*, die gleichwol, so wie die Formen des fallenden Wassers, von einem genauen Beobachter in einer Ordnung könnten aufgestellt werden; aber die ruhige Flamme, die sich nur von einem beschränkten Orte und in stiller Luft gleichförmig entwickelt, ist *pyramidalisch*, nach oben zugespitzt. Wenn man sich die Flamme aus mehrern parallelen, senkrechten Feuersäulen zusammengesetzt vorstellen will, so müssen natürlich die Säulen des Kreises die stärkste Abkühlung empfinden, und ihre Gluth muſs sich früher, in einer kürzern Höhe, endigen. Die Säulen des zweyten Kreises werden später und höher dasselbe Schicksal haben, die innersten werden am spätsten abgekühlt

gekühlt werden, und ihre Theile werden erſt an der höchſten Spitze des Ganzen zu glühen aufhören.

e) Die Metalle geben ihre Flamme nur denn von ſich, wenn ſie ſelbſt glühen, aber auch bey andern Cörpern, deren verflüchtigte Dünſte, wenn ſie einmal brennen, ſelbſt auf der Oberfläche, ohne Gluth der Maſſe, die Flamme unterhalten, iſt immer eine ſehr groſse Hitze nöthig, um die Verflüchtigung auch unter der Oberfläche fortzuſetzen, und die ſchon vorhandne Wärme der Flamme zu unterſtützen. Sind die Theile des Cörpers ſehr flüchtig, ſo wird ſchon die Flamme ſelbſt hinreichend ſeyn, wie z. B. bey Harzen, ätheriſchen Oehlen (§. 125. a. §. 129. c.) und dem Weingeiſt (§. 142.); wo aber die Flüchtigkeit geringer iſt, muſs, wie bey den Fettigkeiten (§. 132. a. b.), der Cörper entweder ſtark erhitzt werden, oder ein feſterer, einer ſtärkern Erhitzung fähiger Cörper, muſs ſich in jener Maſſe befinden, der, wenn er auch nicht ſelbſt brennt, doch durch ſeine Hitze die an ihm anhängenden Theile zum Brennen beſtimmt. Einen ſolchen Hülfscörper nennt man ein *Docht*, und man wählt dazu faſerige oder poröſe Cörper, wie Leinwand, Wolle, Binſenmark u. d., damit die flüſſige brennbare Maſſe in kleinen Mengen von dem erhitzten Dochte könne angezogen werden. Ein Beyſpiel der weſentlichen Verrichtung des Dochtes giebt dasjenige, welches die Grönländer aus dem nicht brennbaren, aber faſrigen Asbeſte bereiten.

f) *Gluth und Flamme*, die blos nach den Cörpern, in denen ſie wirken, nicht aber in der Wirkung ſelbſt verſchieden ſind, *werden* durch einerley

 Ur-

Urſache *begünſtigt* und eingeſchränkt. Je mehrere reine Luft die glühenden und flammenden Cörper an dem Orte der Erſcheinung berührt, um ſo ſtärker wird ſich die letztere zeigen. Daher bedient man ſich im gemeinen Leben der Blaſebälge, Fächer, Luftzüge, Waſſertrommeln u. d. vorzüglich bey dem Schmelzen der Metalle, das mehrentheils mit Gluth und Verglaſung, zumal im Groſsen, verbunden iſt. Die elaſtiſchen Dünſte des Waſſerdampfs, können, wol wegen der Aehnlichkeit der Beſtandtheile zwiſchen Waſſer und Luft (§. 165. 166.), eben ſo gebraucht werden, ja Waſſer in eine ſtarke Gluth geſpritzt, kann dieſelbe merklich verſtärken.

g) Aber dieſelben Dinge, welche die Verſtärkung bewirkten, können *Gluth und Flamme* ſchwächen, oder gar vernichten. Vom allzuſtarken Blaſen verliſcht die Flamme eben ſowol, als von einer zu groſsen Menge zugegoſsnen Waſſers. Das letztere wirkt hier durch Entziehung der Hitze, welche nun die Stärke des Feuers überwiegt, und jenes hindert die Fortſetzung der Flamme, indem es das Mittel, die brennbaren Dämpfe, zerſtreut, welche nun nicht immer ſo ſchnell wieder erſetzt, und, wenn nicht noch ein glühender Cörper zurückblieb, auch ſelten entzündet werden können. Ohne Abkühlung kann auch eine Flamme durch die elaſtiſchen, zu plötzlich entwickelten Waſſerdämpfe, durch Detonationen u. d. erſtickt werden. Die Gluth, welche keine beweglichen Theile zum Grunde hat, wird durch das ſtärkſte Blaſen vielmehr verſtärkt. Mangel an reiner Luft hemmt aber beide (§. 1. d. §. 6. d. §. 17. §. 50. b.).

h) Wir

h) Wir haben gleich im Anfange unſrer Betrachtungen (Cap. II.) geſehen, daſs ſich *aus allen brennbaren Cörpern ein gewiſſer Stoff* ausſcheiden lieſs, der ſich von allen übrigen Grundſtoffen, die durch ganze Reihen von Eigenſchaften beſtimmt wurden, durch die Entzündungsfähigkeit, durch die gröſste Leichtigkeit, und dadurch unterſchied, daſs er in Luftgeſtalt das Licht ſtärker brach (§. 16. 18. 19.). Unter ſich waren die Erſcheinungen dieſes Weſens, es mochte geſchieden ſeyn aus welchem Cörper es wollte, in dem vorigen, und darin ähnlich, daſs es die Metalle aus ihren Kalken glänzend wiederherſtellte (§. 12. b. §. 16. b. §. 115. e.), einer Menge von Cörpern Flüchtigkeit mittheilte (§. 27. b. §. 32. d. §. 106. f. §. 112. 113. h.), und bey den Farben eine vorzügliche Rolle ſpielte (§. 27. b. §. 32. d. §. 15. b. §. 110. c. §. 113. e. §. 114. c.), die hier und anderwärts zwar nicht immer genau zu beſtimmen, aber deswegen doch nicht zu leugnen war. Nach allem dieſem, da jenes Weſen mehrere, durchaus gleichbleibende, auch von andern Grundſtoffen ſich ganz unterſcheidende Eigenſchaften beſitzt, und in denen, welche räthſelhaft ausfallen, gewiſs nicht das einzige iſt, ſo iſt kein Grund vorhanden, warum wir ihm nicht eben ſo gut, als den andern, *eine Stelle unter den Grundſtoffen* einräumen wollen. Man hat zwar ehedem aus zu geringer, in neuern Zeiten aber aus zu groſser Kenntniſs die Selbſtſtändigkeit mehrerer Grundſtoffe geleugnet, und ſie, wo nicht gar auf einen, doch auf viel wenigere zurückgebracht, und die Verwandlung des einen in den andern für möglich gehalten. Ich muſs geſtehen, daſs

 ich

ich mich noch nie davon habe überzeugen können, und, wenn Autoritäten gelten ſollten, ſo könnte ich dieſen Mangel an Ueberzeugung ſchon mit ihnen decken; aber alles, was ich geſehen und geleſen habe, hat mich immer mehr in dem Gedanken beſtärkt, die ganze Oeconomie der Natur, in Rückſicht der cörperlichen Beſtandtheile, beruhe auf einem bloſsen Wechſel vorhandner, ſelbſtſtändiger, unwandelbarer und unzerſtörlicher Grundſtoffe. Ueberſieht man einige Glieder des Wechſels, ſo bietet ſich den Sinnen und dem Geiſte eine *Verwandlung* dar. Aus dieſem Geſichtspuncte ſehe ich auch das an, was man gegen die Exiſtenz des Phlogiſtons oder Brennſtoffs eingewendet, und manche Abenteurlichkeiten, die man, mit gewaltſamer Verdrehung des ſimplen Ganges der Natur und der Beobachtung, auf jene Einwendungen gebaut hat. Um die ganze Sache gründlich zu behandeln, würde eine eben ſo groſse Schrift, als die unſrige iſt, vielleicht nothwendig ſeyn, und es iſt unmöglich, hier jene Meinungen Schritt vor Schritt zu verfolgen und zu prüfen. Was ich hier vorgetragen habe, und noch kürzlich erörtern will, iſt die crawfordiſche, und, daſs Brennſtoff exiſtire, und die brennbare Luft ihre reinſte Scheidung ſey, iſt die kirwanſche Lehre, ohnerachtet ich vieles habe übergehen müſſen, und manche Behauptungen von beiden für mich nicht überzeugend ſind. Am wenigſten kann es, nach obigem, die ſo viel Aufſehen erregende Meinung des Lavoiſier ſeyn, der geradezu den Brennſtoff leugnet, phlogiſticirte nach dem Brennen und Verkalken übrig bleibende Luft für in der Luft ſchon

ſchon dageweſen annimmt, Metalle für einfach, ihre Kalke erſt für Zuſammenſetzungen aus Feuerluft und Metallkönig hält, und aus der Feuerluft ein allgemeines ſauermachendes Principium herleitet. Ich habe mich bisher bemüht, in einem ruhigen, einfachen, zuſammenhängenden Gange die Naturerſcheinungen darzulegen, mit denen man bekandt ſeyn muſs, um höhere Einſichten erlangen zu können; ſchon jetzt wird meinen Leſern der Contraſt dieſer letztern Behauptung mit allem vorigen auffallend ſeyn, ein weiteres Studium mag bey ihnen entſcheiden.

i) Um nur noch einen Blick auf die *gewöhnlichſte Entbindung der Wärme aus dem Luft- und aus dem Waſſerraume* zu werfen, und alle Erſcheinungen zuſammenzufaſſen, ſo wird bey der Abgabe feiner, brennbarer, flüchtiger Theile ſich Wärmeſtoff entwickeln, indem die reine Subſtanz der Feuerluft ſich mit dem Brennbaren, ja oft ſogar mit den zurückbleibenden Theilen des Cörpers verbindet, und ſo aus der Vereinigung mit dem Wärmeſtoffe geſetzt wird; in beiden Flüſſigkeiten werden Gewächſe und Thiere leben, jene Feuerluft auf ſich anſammeln (§. 4. und 8.), letztre aber rothes Blut, und eine gehörige Wärme zu ſeiner Flüſſigkeit empfangen (§. 7.); in der Luft wird alles bey einer gröſsern Menge Wärmeſtoff, und minderer Abkühlung, auch kräftiger und leichter bewirkt werden: athmende Thiere werden eine höhere Wärme abſondern, die Gluth wird unterhalten werden, ja ſie wird ſogar von ſich ſelbſt entſtehen, wenn die Menge des entweichenden Brennbaren ſehr groſs iſt, und die Abgabe ſchnell geſchieht

ſchieht (§. 41. c. d. §. 44. d. §. 132. b. §. 158. e.). Indem der Wärmeſtoff entbunden wird, ſo muſs nothwendig bey allen dieſen Erſcheinungen die Urſache der Ausdehnung der Luft, folglich, ſcheinbar, die Luft ſelbſt vermindert werden (§. 222. h. §. 224. k.). Einerley Organ ſondert bey geringerer Abgabe des Brennbaren weniger Hitze ab (§. 6. c. §. 7. d. e.), und Cörper, die bey geringerer Abgabe deſſelben blos eine langſame Verminderung verurſachen, brechen, wenn ſie mehr angehäuft ſind, in Gluth und Flamme aus (§. 41. d.). Die freye Wärme begünſtigt die Abgabe nur, und dieſen Wechſel.

k) Die Namen *Wärme* und *Feuer* ſind ſehr verſchieden gebraucht worden; und es kommt blos darauf an, wie man ſich verſteht. Wärme wäre freylich wol das allgemeinſte, und die Urſache des ſichtbaren ſogenannten Feuers, man hat aber auch ohne Gluth und Flamme den Wärmeſtoff für ſich, Feuerſtoff, Feuermaterie genennt. Die Sache iſt von keinem groſsen Belang, nur denn, wenn man die Gluth und Flamme für keine Erhöhung der Wärme, ſondern für eine, aus dem Wärme und Lichtſtoff zuſammengeſetzte Erſcheinung anſehen wollte, müſste man ſtrenger ſeyn.

§. 228.

Die Wärme iſt eine Haupturſache, welche die Natur in wechſelnder Thätigkeit erhält.

a) Die *Sonne* und die ihr ähnlichen Fixſterne ſcheinen für die gröſsten Schauplätze der Natur, für die planetariſchen Weltcörper, die Hauptquellen fühlbarer und wirkſamer Wärme zu ſeyn, die gleich-

gleichsam die Entwicklung der Wärme auf dem Planeten selbst durch *Mittheilung schon freyer Wärme* unterstützen. Obgleich das Leben der organischen Geschöpfe, und die Veränderung der ungebildeten Stoffe nicht blos von der Sonnenwirkung abhängen, so werden sie doch merklich von ihr befördert, und, so wie sie schon selbst zu beständigem Wechsel eingerichtet sind, so giebt auch die Bewegung der Planetencörper dazu Gelegenheit, indem sie gröſstentheils Tag und Nacht, längere und kürzere Tage haben, wobey die Einwirkung der Sonne auf eine bestimmte Weise unterbrochen wird.

b) Nicht nur durch dieses Zu- und Abkehren, auch selbst durch den *Stand der Planetenflächen*, wird die Einwirkung der Sonne verändert. Blos in der Nähe des Planeten, auf seiner Oberfläche, und am meisten da, wo die *Strahlen* in keinen zu stumpfen Winkel *zurückprallen*, ist die Sonnenwärme am merklichsten. Daher sind die hohen Gebirge und ihre Seiten so kalt, die Thäler hingegen, welche anhaltender von den Sonnenstrahlen getroffen werden, und sie in den vielfachsten Richtungen wieder gegen sich zurückwerfen, so ungleich wärmer; der Erdgürtel ist heiſs, den die Sonnenstrahlen am mehresten senkrecht treffen, aber die beiden Eismeere werden am flächsten, und in einer Richtung beschienen, die sich der horizontalen am meisten nähert. Die Luft ist ein weit geringeres Mittel, als die festen Massen, Wärme wieder zurückzugeben, und zum Zurückwerfen gar nicht geschickt. Bey der Kugelform des Planeten, und bey der unumgänglichen Entstehung der Gebirge, ist dieser Wärmeunterschied eine natürliche

Fol-

Folge; aber er wird zugleich die Urſache einer gröſsern Mannigfaltigkeit der Schöpfung. Im Allgemeinen bemerkt man einerley Wärme in einerley Entfernungen vom Aequator, und in einerley Höhen über der Meeresfläche, die nur durch beſondre Umſtände verändert wird. Zu dieſen letztern gehören die Winde, die Nähe des Meeres, die Stellung der kleinern Theile der Oberfläche, der Boden, und ſelbſt die unterirdiſche Wärme; alle dieſe Dinge machen das wahre *Clima* ſehr local, und beſtimmen es durch die Art ihrer Coexiſtenz.

c) Die beiden *gröſsten* und gemeinſten *Flüſſigkeiten*, das Waſſer und die Luft, enthalten, wol wegen der Cörper, die ſie umgeben, die gröſste Menge des *gebundnen Wärmeſtoffs* (§. 213. b.). Hierdurch werden ſie ſchon für ſich die Urſache von einer Menge warmer und feuriger Erſcheinungen. So wirken ſie beſtändig auf das Leben der organiſchen Geſchöpfe, auf die Veränderungen der inorganiſchen, ſo wie insbeſondre auf den Wechſel der Atmoſphäre. So ſehr auch alles dieſes von der mitgetheilten Sonnenwärme befördert wird, ſo hängt es doch in mancher Rückſicht blos von der Entwicklung des gebundenen Feuers ab. Der *Wechſel des Dunſtkreiſes* ſteht in vorzüglicher Beziehung auf die andern ſo eben angezeigten Wirkungen, und iſt eine Folge von ihnen. Die aus lebenden und lebloſen Geſchöpfen durch Wärme und Verwandtſchaft in die Atmoſphäre gekommnen flüchtigen Theile werden durch die Kälte und den Verluſt des Wärmeſtoffs wieder vereinigt, und zur Erde gebracht. Die vielen Arten, wie dieſes geſchieht, ſind unter dem Namen der *Lufterſchei-*

nungen, als Regen, Hagel, Schnee, Reif, Thau, Nebel, Wolken u. d. bekandt. Manche andre Lufterſcheinungen entbinden das Feuer ſichtbar, wie die Irrlichter, Drachen u. d., ja auch wol fühlbar und wirkſam, wie das Gewitter. Den Polarſchein werden wir, ſo wie die blos vom Sonnenlichte abhängigen Erſcheinungen, anderswo anführen. Die lebenden Geſchöpfe müſſen, um zu leben, gewiſſe flüchtige Theile verliehren, die, ihnen ſchädlich, ſich in die höhern Gegenden entfernen; dort ſammeln ſie ſich zu den wohlthätigſten Wirkungen in einer veränderten Geſtalt, reinigen die Luft, und bringen Fruchtbarkeit, Nahrung, und Bequemlichkeit auf die Oberfläche der Erde, die durch ſie, vermittelſt der Flüſſe, durch Thaleinſchnitte vergröſsert, bewohnbarer, und mannigfaltiger wird.

d) Sowol durch die mitgetheilte Sonnenwärme, als durch die entbundne der umgebenden Flüſſigkeit, wird das *Leben der Gewächſe* erhalten und befördert. Die Sonnenwärme und jede mitgetheilte verſtärkt offenbar ihren Trieb, und zwar ſcheint hier eine Ausdehnung in den äuſserſten Enden das Nachrücken der ernährenden Flüſſigkeit und das Wachſen, ja vielleicht ſelbſt die ſenkrechte Richtung zu verurſachen. Eine Rebe wächſt innerhalb eines Gewächshauſes mit ihrem Ende, und entwickelt ſich daſelbſt, da ſie auſsen, am untern Theile, in der Winterkälte abgeſtorben ſcheint. Aber auſser dem Triebe freyer Wärme iſt noch ein andrer Umſtand zu dem Fortkommen der allermeiſten Gewächſe unentbehrlich, zu welchem ihnen die Natur die Blätter, oder doch grüne Theile verliehen hat. Er liegt in der Entwicklung einer reinen Luft aus dem Luft-

Luftraume oder dem Waſſer, welche wir ſchon oben (§. 4. 8.), ſo gut, als es hier möglich war, im Zuſammenhange betrachtet haben. Die äuſsere Wärme treibt die Gewächſe zur Fortpflanzung, gewöhnlich einmal im Jahre, unter der heiſsen Zone, bey einem durchaus verſtärkten Triebe, auch wol öfterer; aber ſelbſt auf hohen Gebirgen und in der kalten Zone iſt das Wachsthum, beſonders bey den Harzbäumen, noch immer ſehr beträchtlich.

e) Auch das *thieriſche Leben* hängt von beiden Einwirkungen der Wärme ab. Bey ſtärkrer Wärme von auſsen wird es zwar mehr getrieben, aber auch in den meiſten Fällen ſchneller vollendet. Der Geſchlechtstrieb wird, wie bey den Gewächſen, früher entwickelt, und verſtärkt. Die äuſsre Wärme iſt nöthig, Stockungen der feſten und flüſſigen Theile, ja auch wol ſelbſt der Empfindungen, die von jenen abhängen, zu verhüten. Durch das Athmen vermittelſt gewiſſer Werkzeuge, die den Blättern der Pflanzen im Allgemeinen ähnlich ſind, wird wirkſame Wärme, uns mehr oder weniger fühlbar, entbunden, um ſelbſt bey manchen Thieren in der ſtrengſten äuſsern Kälte die Stockungen zu entfernen, die ſie verurſachen würde. So ſind mehrere, beſonders ſehr fette Thiere, in der kälteſten Zone mit einem ſehr heiſsen Blute verſehen, werden ſehr groſs, und wachſen eine lange Zeit. Die ſogenannnten kaltblütigen Thiere, deren Blutwärme noch immer groſs genug iſt, um das Stocken der Säfte abzuhalten, bringen uns die Gewächſe, in Rückſicht des Athmens, den Thieren ſehr auffallend näher.

f) Da

f) Damit aber ſowol Pflanzen als Thiere ihren Cörper vergröſsern, ja auch die Entbindung von Wärme bewirken können, müſſen ſie Theile an ſich anſetzen, und auch andre beſitzen, die ſie zum Wärmewechſel (§. 6. b. §. 7. 8.) in die äuſsre Flüſſigkeit abgeben können. Dieſes geſchieht durch die *Ernährung*, durch welche verkleinerte, oder in einer Flüſſigkeit aufgelöſte, vorzüglich brennbare Theile in ihrem Gefäſsbaue herumgetrieben werden, ſich gleichförmig anſetzen, und bey ihrer Entweichung dem Cörper die nöthige Wärme verſchaffen. Beide Arten von Wärme (§. 228. a. c.) dienen im Cörper, und auſser ihm, als Sonnen- und Küchenfeuer, die Flüſſigkeit, die zur Umtreibung nöthig iſt, zu erhalten, und bey der thieriſchen Ernährung kann, ſelbſt durch die dabey obwaltende Gährung (§. 228. g.), eine Wärme entbunden werden, die der thieriſche Cörper zu genieſsen hat.

g) Noch auſser den chemiſchen Veränderungen des Dunſtkreiſes, wird auch der *Wechſel der übrigen Grundſtoffe* durch die Wärme bewirkt, indem ſie ihre Anziehung nach den Verwandtſchaften unterſtützt, und alsdenn oft ſelbſt aus den Stoffen entbunden wird. Die Wärme der Atmoſphäre, welche mehrere Stoffe flüſſig erhält, legt hierzu den erſten Grund; die entbundne Wärme zeigt hin und wieder auf andre Cörper den nämlichen Einfluſs. Zu den Hauptarten dieſer Wirkung gehören die Entbindungen des unterirdiſchen Feuers, der Wärme bey den Gährungen, und alle Auflöſungen durch beides, oder durch die dauernde Wärme auf der Oberfläche des Planeten. Die vulcaniſchen Wirkungen (§. 44. d — f. §. 130. e — g.) ſind die ſtärkſte Veränderung

der Mineralien, die Gährungen ſind es für die organiſchen Cörper (§. 159.); auſser ihnen, als welche in jenem Falle ſeltner, in dieſem nur beym Verderben und Tode vorkommen, geſchieht der Wechſel der Stoffe im unorganiſchen, und die Abſcheidung der Säfte in dem organiſchen Reiche durch die mitgetheilte (§. 228. a.) und durch die langſamer entwickelte Wärme (§. 228. c.). Selbſt bey den Mineralien findet die letztere ſtatt, und wird vom unmerklichen (§. 1. e. §. 3. e. §. 26. b.) bis zu den heftigſten Ausbrüchen ſtufenweis angetroffen.

Merkwürdigkeiten des Capitels.

1) Kälte §. 210. a). §. 211. c). §. 222. 224. i).
2) Wirkungen der Wärme überhaupt §. 210. b. f).
3) Gradweiſe Wirkung der Wärme §. 210. c — e).
4) Gluth §. 210. e). §. 226. 227.
5) Sonnenwärme §. 211. a). §. 228. a. b. d — g).
6) Wärme durch Reiben u. d. §. 211. b).
7) Wärme durch Miſchung §. 211. c).
8) Kälte durch Miſchung §. 211. c).
9) Selbſtentzündung §. 211. d).
10) Electricität §. 211. e).
11) Wärme verſchiedner Gegenden §. 211. a). §. 228. a. b).
12) Wirkung der Wärme auf organiſche Cörper §. 210. b. d). §. 228 f).
13) Wirkung der Wärme auf die Thiere §. 210. b). §. 228. e).
14) Wirkung der Wärme auf die Gewächſe §. 210. b). §. 228. d).
15) Veränderungen der Grundſtoffe durch Wärme §. 210. e). §. 228. c. g).

16) Spe-

16) Specifisches Vermögen der Wärmeanziehung §. 212. e).
17) Bestimmte Vertheilung der Wärme §. 212. a — d).
18) Scheinbarer Ruhepunct der Wärme §. 213. d).
19) Kreislauf bey Mittheilung der Wärme §. 213. l).
20) Scheinbar kalte und warme Cörper §. 213. i).
21) Aehnlichkeiten des Wärmestoffs mit andern Grundstoffen §. 212. 214 — 216.
22) Unsichtbarkeit des Wärmestoffs §. 217. b).
23) Flüchtige und feuerbeständige Cörper §. 218. b).
24) Dämpfe und ihre Sublimation §. 219. d).
25) Dünste und ihre Destillation §. 220. c — g).
26) Sieden §. 220. h).
27) Entwickeln luftförmiger Cörper §. 221. a — e).
28) Crystallisation §. 222. c. f).
29) Verminderung der Luftarten §. 222. h. §. 224. k).
30) Thermometer §. 225. b. c). Pyrometer §. 225. d).
31) Stufenweises Verhältnifs der Cörper in Ansehung der Feuerräume §. 212. e), der Schnelligkeit der Wärmemittheilung §. 213. f), der Ausdehnung §. 223. e), und der Einwirkung der Wärmegrade §. 223. f).
32) Chemische Grade der Wärme §. 223. g).
33) Brennspiegel §. 225. c).
34) Verglasung §. 226. d).
35) Brennstoff §. 227. h).
36) Wärmewechsel der Luft und des Wassers §. 227. i). §. 228. c — g).

XXVII.

L i c h t.

Inhalt.

Sichtbarwerden durch ſelbſtleuchtende Cörper (§. 229.), durchſichtige und undurchſichtige Cörper (§. 230.); ſtrahlender Gang des Lichtes (§. 231.), ſeine Abweichung von der geraden Linie in durchſichtigen Cörpern, oder ſeine Brechung (§. 232.), ihre wahrſcheinliche Urſache (§. 233.), ihre Erfolge bey geradflächigen (§. 234.) oder krummflächigen Maſſen (§. 235.), und die Darſtellung ſelbſtſtändiger Bilder durch die letztern (§. 236.); Abweichung des geraden Ganges der Lichtſtrahlen, von undurchſichtigen Cörpern, oder ihre Zurückprallung (§. 237.), ihre Erfolge bey geraden (§. 238.) und bey krummen Flächen (§. 239.); Beſtimmtheit der Bilder durch Brechung und Zurückprallung des Lichtes (§. 240.); Zertheilung des Lichtes in Farben vermittelſt deutlicher Brechung (§. 241.), durch minder beſtimmte Lagen der Theile (§. 242.), und durch chemiſche Veränderungen (§. 243.); Verbindung des Lichtes mit der Wärme, Kraſt und Materie des Lichtes (§. 244.); das thieriſche Sehen (§. 245.), ſeine Abänderungen durch Brechung und Zurückprallung des Lichtes, (§. 246.), und noch einige Einwirkungen des Lichtes auf die freye Natur (§. 247.).

§. 229.

D*urch die Erſcheinung des Lichtes werden die Cörper in gewiſſen Verhältniſſen ſichtbar.*

a) In einem gänzlich für den Zugang des Lichtes verſchloſsnen Zimmer, oder in einer *vollkommen dunkeln Nacht*, können weder die Menſchen, noch die ſonſt nächtlichen Thiere, etwas unterſchei-

ſcheiden, ſie bedürfen des Lichtes von auſsen, um ihre Sehkraft zu brauchen. Das Auge ſieht auſserdem nichts, als eine gleiche Schwärze.

b) Wenn die *Finſterniſs* nur etwas *weniger vollkommen* iſt, ſo kann man doch die Gegenwart weiſser Cörper bemerken, wenn man auch gleich von ihnen ſelbſt nur eine undeutliche Vorſtellung hat.

c) Wird die Finſterniſs vermindert, ſo entſteht in ihrem Uebergange zur Hellung ein mittlerer Zuſtand, oder die *Dämmerung*. In ihr unterſcheidet man ſchon mehrere, wenn auch nicht weiſse Cörper; man bemerkt nach und nach, daſs ſie nicht bloſse Flächen ſind, ſondern hellere und dunklere Theile als Anzeigen von Erhöhung und Vertiefung (§. 239. d.) haben, aber vollkommen deutlich unterſcheidet man weder die Cörper untereinander, noch den Umriſs eines jeden. Die dunkeln Stellen oder Schatten flieſsen neblich ineinander. Roth und weiſs ſtechen unter den übrigen Farben am ſtärkſten hervor.

d) Bey gröſsrer Zunahme des Lichtes werden alle Cörper ihre *Umriſſe und Farben deutlich* unterſchieden, und man erhält in Anſehung der Schatten, die ſie auf ſich und andere werfen, und welche mannigfaltig und gemäſsigt ſind, den richtigſten Begriff von ihrer Geſtalt.

e) Wenn die Cörper aber von dem *ſtärkſten Lichte* getroffen werden, ſo geben ſie auf ihrer Oberfläche beides, den Schatten und das Licht, in einem ſo ſtarken Grade von ſich, daſs ſie dadurch ihre Deutlichkeit mehr oder weniger verliehren.

 f) Die-

f) Dieſer Zuſtand kommt, wenn die ſichtbare Urſache des Lichtes, ein ſelbſtleuchtender, Licht von ſich gebender Cörper, auf die zu erleuchtenden in ſeiner gröſsten Stärke wirkt; da die geringern Einwirkungen alle vorigen Grade hervorbringen. Solche *ſelbſtleuchtende Cörper* ſind überhaupt alle uns ſichtbare Weltcörper, eigentlich aber die Sonne und die ihr ähnlichen Fixſterne; auſsetdem alle künſtliche und natürliche Feuererſcheinungen, das Brennen, die Gluth, das electriſche Feuer, der Blitz, und andre Meteore, wo es überhaupt darauf ankommt, wie groſs das Verhältniſs des leuchtenden Cörpers zum erleuchteten, und ſeine Entfernung von demſelben ſey. Daſſelbe gilt auch noch von einer dritten Art von Cörpern, die ſich auf der Erde befinden und für ſich leuchten, ohne zu brennen (§. 243. e.).

g) Selbſt unter den leuchtenden Cörpern kann ihr gegenſeitiges Verhältniſs eine Aenderung machen. So wie die Gegenſtände nahe bey einem ſtarkleuchtenden Cörper undeutlich werden, da ihre Wirkung geringer iſt, ſo wird auch ein *leuchtender Cörper durch einen ſtärker leuchtenden* gleichſam *verdunkelt*, oder ſelbſt erleuchtet.

h) Für unſre Empfindung iſt der Augenblick der Erſcheinung des leuchtenden Cörpers auch der Augenblick, in dem die andern erleuchtet werden, und ein Unterſchied der Zeit ſchlechterdings nicht zu bemerken, ſelbſt die gröſsten ſichtbaren Entfernungen auf der Erde nicht ausgenommen; in gröſsern Weiten aber verhält es ſich wirklich anders. Durch genaue Rechnungen haben die Aſtronomen dargethan, *daſs das Licht* der Sonne, ohngeachtet ihres wirklichen

Er-

Erſcheinens, 8 Minuten, 23 Secunden *Zeit brauche*, um bis zur Erde zu gelangen. Dieſer Weg beträgt faſt 20618 halbe Durchmeſſer der Erde, jeden zu 860 geographiſchen Meilen, oder zu 19615782 Pariſer Füſsen gerechnet, und nach der Vergleichung überträfe die Schnelligkeit des Lichtes die des Schalles beynahe millionenmal.

§. 230.

Einige Cörper zeigen nur auf derjenigen Seite die Wirkung des Lichtes, die dem leuchtenden Cörper zugekehrt iſt; andere hingegen geſtatten ſeine Fortwirkung auch auf der entgegengeſetzten Seite.

a) Die durch Erleuchtung ſichtbar gewordnen Cörper ſind zum Theil nur auf der dem leuchtenden Cörper zugekehrten Seite erleuchtet, verbreiten eben daſelbſt einen Theil des empfangenen Lichtes auf die ihnen zugekehrten Dinge, ſind aber auf der vom leuchtenden Cörper abgekehrten Seite in dem Zuſtande der Finſternifs, und theilen dieſen Mangel des Lichtes, dieſen *Schatten*, auch denen daſelbſt befindlichen Cörpern unter gewiſſen Regeln mit (§. 239. a — d.).

b) Andre ſichtbar gewordne Cörper aber hemmen mehr oder weniger, aber nicht gänzlich die Erleuchtung hinter ihrer vom Lichte abgekehrten Seite, und hinter derſelben werden Cörper von der vorigen Art noch auf die angezeigte Weiſe erleuchtet, Cörper von ähnlicher Art laſſen das durchgegangne Licht von neuem durch, nur dafs durch öftere Hinderung die Stärke des Lichtes endlich geſchwächt wird, mehr, als für ſich in gleicher Entfernung (§. 233. c.) würde ge-

fchehen feyn. Jene Cörper nennt man *undurchfichtige*, diefe aber *durchfichtige*.

c) So wie es an und für fich fchon, ohne hinzukommende Veränderung, mehrere Abftufungen von der vollkommnen Durchfichtigkeit bis zu dem entgegengefetzten Zuftande, oder fogenannte halbdurchfichtige Cörper giebt; fo kann auch ein und derfelbe Cörper durch verfchiedne Umftände fein Verhältnifs gegen das Licht verändern. So *wird* das klare Glas bey einer fehr grofsen Dicke, und noch mehr wenn viele Platten deffelben übereinander liegen, *undurchfichtig*, oder auch wenn man es zu Pulver zermalmt; daffelbe gefchieht dem Waffer, wenn es in Schaum oder Dampf verwandelt, oder mit Fettigkeiten und Oehlen (§. 135. a. §. 145. a.) unvollkommen vermifcht wird. Die Fällungen machen klare Flüffigkeiten trübe, wenn fie vermifcht werden. Giefst man zwifchen viele zufammengelegte Glastafeln Waffer, fo *werden* fie *durchfichtig*, das Papier wird es im Oehle, das Weltauge, ein poröfer Stein, im Waffer, die Fettigkeiten und Harze werden es durchs Schmelzen, und die Erden bey der Verglafung.

d) Die *Finfternifs* im Allgemeinen, und die im Befondern, oder der Schatten, *ift* alfo *nichts weiter, als ein Mangel der Lichtwirkung*, der durch Abwefenheit des Lichtes felbft, oder durch eine ftarke oder gänzliche Hinderung feiner Kraft verurfacht wird, und eben fo wenig, als die Kälte, oder die Abwefenheit und Hinderung der Wärme, ein eignes Wefen, oder eine befondre Kraft, fondern eine blofse Verneinung.

e) Sowol *der Schatten* des undurchfichtigen Cörpers auf der dunkeln abgekehrten Oberfläche, als

der,

der, welcher ſich von jener Seite auf die hinter ihr liegenden Dinge erſtreckt, *iſt nicht vollkommen von gleicher Stärke;* jener, weil das Licht nebenſtehender erleuchteter Côrper auf ihn zurückfällt, und dieſer, weil das Licht von den leuchtenden Cörpern ſich nach gewiſſen Richtungen fortpflanzt (§. 231. c.).

f) Die *durchſichtigen Maſſen* ſind es, *durch welche das thieriſche Organ des Geſichts die Gegenſtände erkennt;* die beiden Hauptflüſſigkeiten, in denen ſich die organiſche Natur aus andern Urſachen befinden muſs, ſind durchſichtig und zu der beſtimmten Verbreitung des Lichtes geſchickt. Aber die beſtimmten *Verſchiedenheiten des Schattens*, und ſeine Verbindungen mit dem Lichte, ſind es eigentlich, *welche die Gegenſtände kenntlich machen*, und die thieriſche Vergleichung mit Sicherheit von ihrer wahren Beſchaffenheit urtheilen laſſen.

§. 231.

Das urſprüngliche Licht der leuchtenden, und das mitgetheilte der erleuchteten Cörper wirkt von jedem hellen Puncte in geraden Richtungen nach allen Seiten, wenn ihm keine Hinderniſſe vorkommen.

a) Da man einen jeden einzelnen erleuchteten oder ſelbſtleuchtenden Punct, einen Funken, eine Nadelſpitze, oder ein weiſses Fleck z. B. überall im Umkreiſe ſehen kann, ſo folgt ſchon daraus, daſs die *Fortpflanzung des Lichtes* bis zu unſern Augen von dem leuchtenden Puncte *nach allen Seiten* geſchehen könne, und daſs die Ausbreitung auch auf dieſelbe Art für ſich immer fort geſchehe.

b) Halten wir aber einen undurchſichtigen Cörper zwiſchen den hellen Punct und das Auge, ſo wird uns der helle Punct nicht eher verſchwinden, als bis der undurchſichtige Cörper, wenn er auch ein Punct iſt, oder der Rand eines gröſsern, zwiſchen ihm und dem Auge in einer geraden Linie ſteht. Das Licht breitet ſich alſo nicht nur nach allen Seiten, ſondern auch *in geraden*, aus dem hellen Puncte *ſtrahlenden Richtungen* aus. Die Lichtſtrahlen, welche aus einem nach allen Seiten durchbohrten Behältniſſe ausgehen, ſtellen dieſe Richtung aufs ſinnlichſte dar, zumal wenn ſie durch ausgeſtreute Staubtheilchen ſichtbarer gemacht werden, und jeder Sonnenſtrahl, der durch eine kleine Oeffnung in ein dunkles Zimmer fällt, zeigt den geradlinigen Gang.

c) Jeder ſelbſtleuchtende Cörper iſt nur in gewiſſem Verhältniſs als ein ſcheinbarer Punct anzuſehen, beſteht aber wirklich aus mehrern neben einander befindlichen Puncten, hat eine Flächenausbreitung, oder gar einen cörperlichen Gehalt, und eine Dicke. Ein leuchtender Punct würde nur durch eine einzige gerade Linie, die von ihm über den Rand des undurchſichtigen Cörpers ginge, die Schattengrenze beſtimmen können; aber bey einer leuchtenden Fläche werden die letzten Strahlen, die aus ihrer Mitte über den Rand gehen, eine andere Richtung haben, als die, welche vom Umfange derſelben entſpringen, und ebenfalls über dem Rande des undurchſichtigen weglaufen. Der Schatten zwiſchen den erſtern Strahlen wird einen gröſsern Umfang haben, da die Strahlen mehr aus einander gehen, als die letztern, aber dieſe letztre Schat-

Schattengrenze wird auch die ſtärkſte Dunkelheit in ſich begreifen. Der auſserhalb dieſem *innern Schatten*, zwiſchen den Strahlen der Mitte und des Umfanges liegende, wird, durch die letztern gemildert, keine ſo vollkommne Dunkelheit zeigen, und erhält deswegen den Namen des *Halbſchattens*. Je kleiner der leuchtende Cörper gegen den erleuchteten, undurchſichtigen, oder je entfernter er von demſelben iſt, um ſo unbeträchtlicher wird dieſer Halbſchatten ſeyn. Die Lichtſtrahlen, die vom untern Rande des leuchtenden über den obern Rand des dunkeln Cörpers und umgekehrt gehen, können einen *dritten*, *äuſserſten*, noch milderen *Schatten* verurſachen.

d) Die *erleuchteten Cörper* verhalten ſich, in Anſehung der Ausbreitung des Lichtes, wie die ſelbſtleuchtenden, und *ſtrahlen nach allen Seiten*. Die Verhältniſſe des Lichtes und Schattens machen dieſe Cörper kenntlich, und geben ihr Bild. Stellt man nun einen ſtark erleuchteten undurchſichtigen Cörper, der ſein zum Bilde modificirtes Licht ſehr vollkommen zurückwirft (§. 229. d.), vor ein dunkles Behältniſs, und eine zarte Oeffnung deſſelben, ſo werden die Strahlen vom Unterende des Bildes in gerader Richtung nur nach der obern Seite des Behältniſſes, die vom Oberende aber nur nach der untern, und die übrigen zwiſchen ihnen in den gehörigen Entfernungen durch die Oeffnung gelangen können. Das Bild wird alſo daſelbſt umgekehrt erſcheinen. Da ſich die Strahlen innerhalb des Behältniſſes wieder ausbreiten, ſo muſs auch das Bild gröſser werden, je weiter von der Oeffnung es dargeſtellt wird. Und da die Oeff-

nung

nung nicht zart genug ſeyn kann, um alle Nebenſtrahlen abzuhalten, ſo entſteht hier der Fall eines Halblichtes, wie dort des Halbſchattens, eine Unbeſtimmtheit der Grenzen, und, mehr oder weniger, eine Undeutlichkeit.

e) Eben dieſe Umkehrung des Bildes zeigt noch mehr, als das Durchdrängen eines einzelnen ſogenannten Strahles, die *Feinheit des Lichtes* an, ja ſie zeigt einen noch merkwürdigern Umſtand, nämlich die *unveränderliche Beſtimmtheit*, mit welcher ein Lichtſtrahl von einem gewiſſen Puncte in Färbung und Stärke ausgeht.

f) In einem freyen und durchſichtigen Raume muſs alſo jede Fläche von einem jeden leuchtenden Puncte auf allen ihren Puncten getroffen, und dadurch *ein Strahlenkegel* zwiſchen beiden gebildet werden, deſſen Spitze der leuchtende Punct iſt. Daſs dieſes ſich wirklich ſo verhalte, zeigen die Spiegel (§. 237. i.) ganz unwiderſprechlich. Je gröſser die Fläche, und je näher der Punct iſt, um ſo mehr müſſen die Strahlen auseinander gehen, im umgekehrten Falle geſchieht das Gegentheil, und, wenn er aufs höchſte getrieben wird, kann die Abweichung ſo unbeträchtlich ſeyn, daſs man *die Strahlen* füglich *für parallel* annehmen kann. So ſind die Sonnenſtrahlen auf der Erde in allen für uns bemerkbaren Entfernungen parallel, und faſt parallel fallen die Schatten derer Cörper, die man aus groſsen Weiten erleuchtet. Durch eine hinzukommende Veränderung im Gange der Lichtſtrahlen können ſie ohne die vorigen Verhältniſſe parallel gemacht (§. 235. k. §. 238. d.), und von groſsen Flächen nach einem Puncte zuſammengezogen werden (§. 235. f. i. §. 238. c. h.).

g) Aus

g) Aus dem ſtrahlenden Gange des Lichtes läſst ſich auch ſeine *Schwächung in Entfernungen, und auf ſchiefen Flächen* erklären. Je weiter man den leuchtenden Punct entfernt, je weniger Strahlen werden vereinigt wirken können, und die Erleuchtung wird ſchwächer ſeyn. So geht es auch mit dem Bilde in der dunkeln Kammer (§. 231. d.), welches, näher an der Oeffnung aufgefangen, zwar kleiner, aber lebhafter dargeſtellt wird, als weiter davon. Wenn man in einer gleichen Entfernung den Lichtſtrahlen eine Fläche ſo entgegenhält, daſs ſie alle, oder die mittelſten des Kegels, die Fläche unter einem geraden Winkel, ohne alle Neigung treffen, ſo werden die Strahlen in der gröſsten Nähe zuſammen bleiben, die nur eben in der Entfernung des leuchtenden Cörpers, und der Stärke ſeiner Wirkung möglich iſt. Iſt die Fläche aber ſchief geneigt, ſo werden die Strahlen, beſonders auf der Seite der Fläche, die gegen den mittlern Strahl einen ſtumpfen Winkel bildet, die Fläche in weitern Räumen berühren, und die Wirkung des Lichtes wird, bey einerley wahrer Entfernung der Strahlen, auf der Fläche um ſo mehr geſchwächt werden, je ſtumpfer der Winkel iſt, den ſie bildet.

§. 232.

Der gerade Gang der Lichtſtrahlen wird bey ihrem Eintritte in durchſichtige Cörper, und bey ihrem Ausgange aus denſelben verändert.

a) Ein Gegenſtand auf dem Boden eines undurchſichtigen Gefäſses, der dem Auge, nach der geraden Fortpflanzung des Lichtes, durch den Rand des Gefäſses verdeckt iſt, wird, bey unver-

veränderten Stellungen ſichtbar, wenn man das Gefäſs mit Waſſer füllt, obgleich zwiſchen dem Auge und Gegenſtande nur eine krumme Linie oder ein Winkel zum Sehen möglich iſt. Die leuchtenden Himmelscörper werden nach den Rechnungen der Aſtronomen früher über dem Horizonte geſehen, als ſie dem wahren Stande nach erſcheinen könnten; und in manchen Gegenden hat man bemerkt, daſs verdickte, tiefer liegende Oerter, zuweilen ſichtbar wurden, und in einer höhern Lage erſchienen. Ein gerader Stab erſcheint im Waſſer gebrochen, und weicht, von der Oberfläche des Waſſers an, von der Richtung auſser demſelben ab, und ein Fiſch wird im Waſſer nicht getroffen werden, wenn man gerade auf den Punct hinzielt, auf dem er über dem Waſſer geſehen wird. Schon oben (§. 19. a.) haben wir eine ähnliche *Abweichung des geraden Sehens* bey der brennbaren Luft bemerkt.

b) Alle dieſe Abweichungen geſchahen in durchſichtigen Cörpern, der Luft und dem Waſſer. Auſser ihnen giebt es noch eine Abweichung, welche zwar auch, wie eine jede Richtung des Lichtes (§. 230. f.) in durchſichtigen Mitteln geſehen, aber doch von einem undurchſichtigen Cörper verurſacht wird. Sie iſt von der Zurückweichung wohl zu unterſcheiden (§. 237.). Sie zeigt ſich nur bey einem ſehr zarten Lichtſtrahle, den man an den Rändern undurchſichtiger Cörper weggehen läſst. Geht ein Sonnenſtrahl durch eine $\frac{1}{10}$ Zoll weite Oeffnung eines finſtern Zimmers, dann in der Entfernung von einigen Fuſsen wieder durch eine enge Holzſpalte, in welcher zwey ſcharfe Meſſerſchnei-

den

den $\frac{4}{100}$ eines Zolles weit von einander abſtehen, ſo ſieht man, in einer Entſernung von 5 — 6 Füſsen, auf einem Papiere dieſen Lichtſtrahl in zwey zertheilt, und durch einen dichten Schatten in der Mitte getrennt; unter ähnlichen Umſtänden erſcheint der Schatten eines einzelnen Haares breiter, als er gewöhnlich erſcheinen könnte. Dieſe beſondre Neigung des Lichtſtrahles, ſich im Vorbeygehen an undurchſichtige Cörper von ihnen abzubeugen und mehr auszubreiten, ja gleichſam zu theilen, wird die Einbiegung oder *Inflexion* genennt.

c) Die erſtere Abweichung in durchſichtigen Mitteln läſst ſich durch einzelne Strahlen in verdunkelten Räumen ſehr verſinnlichen. Man ſieht offenbar, daſs der auf Waſſer, Glas u. d. aus der Luft fallende Strahl in dieſen durchſichtigen Maſſen, ſo bald er ſie berührt, ſeine Richtung ändert, in einer geraden Linie durch ſie fortgeht, und mit einer abermaligen Veränderung, doch ebenfalls in geradem Gange, ſie verläſst.

d) Man ſieht *nichts von dieſer Veränderung, wenn die Fläche* des Eintrittes, und die, wo der Strahl herausgeht, von ihm *ſenkrecht*, ohne alle Neigung *getroffen wird*; man bemerkt ſie aber ſogleich, ſo wie die Neigung des Strahles und der Fläche bemerkbar wird.

e) Die Abweichung des ſchiefen Strahles ſteht mit ſeiner Schiefheit, und mit der Art des Cörpers, in dem die Abweichung vorgeht, in einem beſtimmten Verhältniſs. Läſst man in Gedanken auf denjenigen Punct, wo der ſchiefe Strahl in einen durchſichtigen Cörper tritt, oder ihn verläſst, eine gerade Linie fallen, welche ſenkrecht auf der Fläche des Cörpers ſteht, und verlängert ſie

ſie noch jenſeit der letztern, ſo müſste die Richtung des Strahles bey gleicher Verlängerung denſelben Winkel mit der ſenkrechten Linie machen, den er vor Ueberſchreitung der Fläche machte, wenn er nicht von ſeinem Gange abweichen müſste. Fällt der ſchiefe Strahl z. B. aus der Luft auf Glas oder Waſſer, ſo wird er von ſeiner Richtung *gegen die* gedachte *Verticallinie abgelenkt*, und macht mit ihrer Verlängerung im Glaſe oder Waſſer einen ſpitzigern Winkel, als in der Luft. Geht dieſer ſchiefergewordne Strahl nun aus dem Glaſe oder Waſſer an der entgegengeſetzten Seite wieder in die Luft, ſo verliehrt er abermals ſeinen geraden Gang, *weicht* aber umgekehrt, mehr als in jenen Cörpern, in der Luft *von der Verticallinie ab*, die ſich am Puncte des Ausgangs denken läſst, und bildet mit ihr einen ſtumpfen Winkel, der demjenigen ähnlich iſt, den die Schiefe des einfallenden Strahles in der Luft beſtimmte.

f) Es folgt alſo aus dem vorigen, daſs der ſchiefe Strahl bey ſeinem Eintritt in ein durchſichtiges Mittel von gröſsrer Dichtigkeit gegen die Verticallinie zu, hingegen beym Ausgange in ein dünneres Mittel von derſelben abgeleitet werde, oder vielmehr, da Einfall und Ausgang nur willkührlich beſtimmt wird, daſs die Abweichung aus einem in das andre Mittel ſo, und im Gegentheil umgekehrt geſchehe. Man nennt dieſe Abweichung die *Brechung der Lichtſtrahlen.*

g) Es iſt leicht zu denken, daſs der *durch die Brechung veränderte Winkel* in jedem Falle *mit der Schieſe des ankommenden Strahles*, und dem urſprünglichen Winkel *in Verhältniſs* ſtehen, und mit ihm zugleich ſich verändern müſſe. Je ſpitziger

tziger der Winkel des ankommenden Strahles ift, um fo fpitziger mufs auch der Winkel des gebrochnen feyn.

h) Wäre die Abweichung des gebrochnen Strahles von einer gewiffen Neigung des ankommenden allgemein zu beftimmen, fo würden fich auch die Brechungen aller übrigen nach diefem Verhältniffe richten; aber man hat bemerkt, dafs bey einerley Neigung des ankommenden Strahles derfelbe *in verfchiedenen Cörpern zu ungleichen Abweichungen* beftimmt werde. Um bey allen Arten der Neigungen des ankommenden Strahles das Verhältnifs der Brechungskraft diefer Cörper gleichbleibend zu beftimmen, darf man nur von einer gleichen Länge des ankommenden und des gebrochnen Strahles eine Horizontallinie gegen die Verticale ziehen, und die Gröfsen von beiden mit einander vergleichen.

i) Auf diefe Art hat man gefunden, dafs die *Brechungskraft der Cörper* fehr verfchieden fey, und zwar das obige Verhältnifs in Anfehung der Dichtigkeit (§. 232. f.) überhaupt zutreffe, aber insbefondre die Brechungskraft nicht genau mit der Dichtigkeit übereinftimme. Die Horizontallinie des fchief aus den folgenden Cörpern durch fie gehenden Strahles zu 1000 angenommen, verhielt fich zu der Horizontale des in der Luft abweichenden Strahles beym

Diamant wie zu	2755.	gemeinen Glafe	1543.
isländifchen Cryftall	1625.	Campher	1500.
Flintglafe	1613.	Selenit	1487.
Bergcryftall	1575.	Leinöhl	1481.
Steinfalz	1545.	Terpenthinöhl	1470.
		Baumöhl	1466.

Alaun	1458.	gesättigter Kochsalzauflösung	1375.
Vitriolöhl	1428.	destillirten Wasser von 14. Gr. Reaumur	1333.
Salmiakauflösung	1382.		
rectificirten Weingeist	1378.		

Da bey den erstern Cörpern dieser Tabelle die Abweichung in die Luft, und also die Neigung zur Verticale in ihnen selbst am beträchtlichsten ist, so sagt man, dass sie eine stärkere Brechungskraft besitzen, als die folgenden, bey denen die Abweichung weit geringer ist. Man sieht auch leicht aus dem Beyspiele des Camphers und Selenits, des Terpenthin- und Vitriolöhls, des Weingeistes und Wassers, verglichen mit den Verhältnissen der specifischen Schwere (§. 181. f.), *wie wenig die Dichtigkeit mit der Brechungskraft einen gleichen Schritt halte.*

k) Da die von einem leuchtenden und erleuchteten Cörper ausgehenden Strahlen, nach der Beschaffenheit seiner Oberfläche, in einem gleichen durchsichtigen Mittel gleichförmig fortgehen, und durch ihr richtiges Beysammenseyn auch Gelegenheit geben, das Bild des Cörpers auf dem thierischen Auge, oder auf einer Fläche darzustellen, so ist es nothwendig, dass zugleich *mit der Brechung* der sichtbaren Strahlen, *das Bild*, dass sie vor der Brechung darstellten, mehr oder weniger *müsse verändert werden.*

§. 233.

Die Abweichung des Strahles in durchsichtigen Mitteln scheint von einer Anhängung an dieselben verursacht zu werden.

a) Wenn

a) Wenn wir den abweichenden Gang des Lichtstrahles betrachten, so bemerken wir eine Aehnlichkeit mit den Abweichungen der *Richtungslinie zwischen zwey diagonalen Kräften* (§. 173. a.). Die eine Richtung wäre die des z. B. aus dem dünnern Mittel ankommenden Strahles, die andre Richtung aber die Verticale, zwischen welchen die Richtung des gebrochnen Strahles durchgeht.

b) Stellen wir uns die Kraft der Verticale als eine fortdauernde Kraft vor, die Kraft des Strahles selbst aber als eine erregte, so würde die Richtung, eben wie die des Wurfes, zu einer *Bogenlinie* sich abändern müssen. Dass dieses aber nicht geschieht, oder uns nicht bemerkbar ist, scheint sowol von der ungeheuern Schnelligkeit des Lichtes (§. 229. h.), als von den unbeträchtlichen Entfernungen (§. 170. e.) herzurühren, die wir auf einmal überschauen können.

c) Der *gebrochne Lichtstrahl* ist beym Ausgange *wirklich schwächer*, als beym Ankommen, ja er ist überhaupt *schwächer, wenn er durch ein dichteres Mittel gegangen ist.* Eine Wassersäule von 9 Zoll 47 Linien Stärke schwächt das Licht um $\frac{2}{3}$, die Luft nahe am Horizont um $\frac{1}{100}$ in Entfernung von 189, um $\frac{1}{3}$ in Entfernung von 7469 Toisen. Diese Schwächung könnte, wie bey dem Stosse, durch eine Mittheilung der Wirkung in die ganze Masse, und die Abweichung durch eine Hinderung erklärt werden, welche die Theile derselben, als nicht vollkommen durchdringbar, der Kraft des Strahles mehr oder weniger in den Weg legten.

d) Gleichwol ist die Brechungskraft, oder, welches einerley ist, die Einbiegung gegen die

Ver-

Verticale in dichten Cörpern, einmal wie beym Diamant gegen den Selenit, beym dichteren; ein andermal aber beym lockern Cörper gröfser, wie beym Campher gegen den Alaun, und dem Weingeift gegen das Waffer. *Wären die cörperlichen Theile* nach ihrer Anhäufung die *Urfache der Hinderung* und Brechung, fo könnte diefes Verhältnifs nicht ftattfinden. Aufserdem, fo geht auch der Strahl aus einem dichteren Mittel in ein dünneres nicht gegen die Verticale zu, welches er bey minderm Widerftande fo leicht thun könnte, fondern er weicht weiter von ihr ab.

e) In Rückficht auf diefe letztern Umftände ift es faft wahrfcheinlicher, die Brechung des Lichtes werde durch eine verticale Kraft, (die fich alfo in der geradeften Richtung der am meiften angehäuften Theile, gleichfam der meiften Berührungspuncte äufsert), verbunden mit der Richtung des Strahles felbft hervorgebracht, und diefe *verticale Kraft fey* nichts andres, als *eine von eignen Gefetzen abhängende Wahlverwandtfchaft des Lichtes.* Bey einerley Maffen richtet fich die Gröfse des Brechungswinkels nach der Gröfse des Einfalls; aber bey verfchiednen Maffen ift das allgemeine Verhältnifs aller diefer Winkel in allen Fällen von der gröfsern oder geringern Stärke abhängig, womit der Strahl zu der Linie der meiften Berührungspuncte angezogen wird. So wird man auch, ohne auf Einfall oder Ausgang befonders zu merken, nach den beftimmten Gefetzen diefer Anziehung zwifchen zweyen Maffen (§. 232. i.). die Abweichung des Strahles in der einen beftimmen können, wenn die Fläche, die fie bey ihrer Berührung bil-

bilden, und die Neigung des Strahles bestimmt ist. Der verticale Strahl trifft gerade in die Linie der Anziehung selbst, und geht ungebrochen durch.

f) Die *Schwächung des Lichtes* beym Durchgange würde sich *bey der Anhängung* eben so erklären lassen, als die Schwächung heftiger Säuren in den Mittelsalzen, und der Wärme bey ihrer Mittheilung.

g) Bey der Inflexion (§. 232. b.) mag wol nicht weniger, als bey der gewöhnlichen Brechung, eine Anhängung des Lichtes im Spiele seyn, man mag sie nun den festen Cörpern selbst, oder ihren Atmosphären zuschreiben, die, wie mir dünkt, weder ganz erwiesen, noch (§. 19. b.) ganz zu verwerfen sind. Die Zartheit des Lichtstrahles, welcher zu dieser auffallenden Erscheinung gebraucht wird, scheint das Licht zu einer Empfindlichkeit zu bestimmen, deren es in grösserer Anhäufung nicht fähig ist.

§. 234.

Das allgemeine Gesetz der Lichtbrechung wird nach den Umständen abgeändert, wenn auch die Strahlen überhaupt immer gerade Flächen antreffen.

a) Der *senkrecht auf die gerade Fläche fallende Strahl* geht ohne Brechung (§. 233. e.) durch die Masse, und, wenn er auf der andern Seite ebenfalls eine mit der vorigen parallele, ungeneigte Fläche antrifft, so behält er beym Ausgange dieselbige Richtung. Mehrere parallele senkrechte Strahlen werden in ihrer Richtung durchaus nicht verändert.

b) Fallen mehrere *parallele Strahlen in einer schiefen Richtung* auf eine parallel verflächte Masse,

ſo werden ſie ſämmtlich nach der obigen Regel (§. 232. g.) parallel gebrochen, und weichen nach dem Verhältniſſe der Maſſen (§. 232. i.) bey dem Ausgange eben ſo parallel unter beſtimmten Winkeln von der durchs Brechen erhaltnen Richtung ab. Wird ein Bild hinter einer ſolchen Maſſe in einer ſchiefen Richtung geſehen, ſo erleidet es eben dieſe parallele Brechung, wobey es ſelbſt zwar unverändert bleibt; aber, da der Gang der Strahlen zum Auge, und ihr Anſtoſsen an der Ausgangsfläche von dem Gange und Anſtoſsen in der Maſſe und an der Einfallsfläche verſchieden iſt, an einer verrückten Stelle geſehen wird, die um ſo mehr von der wahren abweicht, je dicker die Maſſe iſt (§. 232. a.).

c) Fallen Strahlen *aus einem dünnern Mittel* in ein dichteres von obiger Beſchaffenheit, ohne parallel zu ſeyn, ſo werden ſie in dieſem Mittel *weniger ſtark zuſammenlaufend*, oder convergirend, und *weniger ſtark auseinandergehend*, oder divergirend, als ſie bey dem Einfalle waren.

d) Wenn dieſe Strahlenrichtung ſich aber *bereits in dem dichteren Mittel* befindet, ſo werden umgekehrt die *convergirenden Strahlen beym Ausgange mehr zuſammengehen*, die *divergirenden aber mehr auseinanderlaufen*. Dieſe letztere Richtung kann machen, daſs Gegenſtände unter flachen Gläſern näher und deutlicher erſcheinen, als in derſelben Entfernung ohnedies geſchehen würde.

e) So wie eine jede gerade Fläche das Bild unverändert, nur an einem etwas veränderten Orte zeigt, ſo kann man in einer durchſichtigen Maſſe, die *mit vielen Flächen in verſchiednen Rich-*

Richtungen verſehen iſt, das Bild eines Gegenſtandes nach der Anzahl jener Flächen vervielfältigen. Iſt aber der Gegenſtand zu groſs, und ſteht er den vielen Flächen zu nah, als daſs er ganz auf eine jede wirken könnte, ſo erſcheint er durch eben ſo viel Flächen zertheilt; und umgekehrt, wenn man die ſo erſcheinenden Theile, in gehöriger Entfernung unter ſich und von den Flächen zeichnet, und durch die Flächen betrachtet, ſo erſcheint der Gegenſtand ganz. So werden auch durch das Priſma, oder einen dreyſeitigen durchſichtigen und dicken Cörper die Gegenſtände zertheilt, oder in ihrer Lage verändert, je nachdem ihr Stand gegen das Priſma und das Auge beſchaffen iſt.

§. 235.

Die Brechung der Lichtſtrahlen wird auf krummen Flächen dicker und durchſichtiger Cörper, vorzüglich in Beziehung auf den Mittelpunct und die Axe der Krümmung beſtimmt.

a) Wenn *parallelflächige durchſichtige Maſſen* noch ſo ſehr *gebogen* und in Winkel gebrochen werden, ſo iſt ihre Wirkung in Anſehung der Strahlenbrechung doch von den vorigen Fällen nicht verſchieden, welches wir an den Uhrgläſern täglich beſtätigt finden.

b) Sobald bey einem ähnlichen Falle die *erhabene Krümmung* der einen *und die hohle* der andern Seite *nicht vollkommen parallel* laufen, ſo entſteht eine andre Brechung. Bey Glascörpern laſſen ſich dieſe Verſchiedenheiten am beſten bemerken, wenn man ihnen eine Kreisform giebt, und die beiden Flächen nach Willkühr erhöht oder aushöhlt; man nennt ſolche Cörper *opti-*

ſche Linſen. Die eben beſchriebne auf der einen Seite erhabne, oder convexe, auf der andern hohle, oder concave Linſe heiſst der Meniſcus, insbeſondre wenn die erhabne Seite krümmer iſt als die hohle. Auſserdem ſind die Linſen theils auf einer Seite flach, auf der andern aber hohl oder erhaben, theils ſind ſie auf beiden Seiten entweder convex, oder concav.

c) Jeder von dieſen Fällen läſst aber noch eine groſse Mannigfaltigkeit zu, indem die *Bogen der Krümmungen* in vielen Gradationen *flächer oder gebogener* ſeyn können. Je länger die Linie iſt, die von dem Mittelpuncte des Zirkels bis zu dem Umfange des Bogens geht, um ſo flächer wird der Bogen ſelbſt. Nach der Länge jener Linie werden die Krümmungen der Linſen beſtimmt, und man nennt eine achtſchuhige Linſe eine ſolche, deren Bogen einen Halbmeſſer von acht Schuhen hat.

d) Der *Strahl, welcher gerade auf die Mitte der Linſe fällt,* gleichſam die Axe derſelben beſtimmt, und ſchon ſelbſt die Richtung der Brechungsverticale (§. 233. e.) hat, *geht* durch die Linſe, ſie mag hohl oder erhaben ſeyn, *ungebrochen durch,* und aus derſelben, in unveränderter Richtung. Er wird nach dem obigen von der ganzen Maſſe des Glaſes gleichförmig angezogen, und hat nur einen einzigen Weg zwiſchen jenen Anziehungen durchzugehen.

e) Wenn *mehrere Strahlen parallel* und in derſelben Richtung wie der vorhergehende, aber *auſser jenem Mittelpuncte auf die übrige Fläche fallen,* ſo iſt der Erfolg überhaupt, daſs ſie ſich nach der Verticale zu brechen (§. 232. e. f.), und, welches zugleich damit verbunden iſt,

nach

nach den dickſten Seiten des Glaſes abweichen (§. 233. e.). Eben daraus folgt, daſs ſie *bey erhabenen Linſen nach der Axe convergiren, bey hohlen* aber *von der Axe divergiren.* Noch mehr, jede von dieſen Richtungen wird beym Ausgange, wegen des noch ſtärker abweichenden Ausfallswinkels, beträchtlicher werden.

f) So wie ſich die Parallelſtrahlen hinter einem Hohlglaſe immer weiter entfernen, ſo müſſen ſie beym Convergiren hinter dem erhabnen Glaſe ſich in einem Puncte ſammeln, den man wegen der Verbindung des Lichtes mit der Wärme (§. 243. b. c.), da beide in ihm aufs ſtärkſte concentrirt werden können, den *Brennpunct* genannt hat. Da die Abweichung der ausgehenden Strahlen von der Krümmung der zweyten Fläche abhängt, und hiernach die Vereinigung der convergirenden Strahlen früher oder ſpäter erfolgen muſs; ſo ſieht man leicht, daſs der Brennpunct bey den verſchiednen Arten erhabner Linſen ſich *in ungleichen Entfernungen* von ihnen befinden müſſe. Bey dem planconvexen Glaſe fällt er in das Ende des ganzen Durchmeſſers der erhabnen Krümmung; beym convex convexen in den Mittelpunct der Krümmung, oder ins Ende des Halbmeſſers; und endlich bey der Kugel nur in die Hälfte des Halbmeſſers, oder in den vierten Theil des ganzen Durchmeſſers. Iſt die Kugel von Waſſer, ſo fällt der Brennpunct in den Halbmeſſer. Die Parallelſtrahlen der Sonne zeigen dieſe Entfernungen ſehr deutlich, ſowol durch die Helligkeit des Brennpunctes auf einer Fläche, als in einem dunkeln Zimmer durch die Spitze des hellen Kegels, der ſich zwiſchen dem Glaſe und dem Brennpuncte bildet.

g) *Jene Sammlung der Strahlen in Einem Brennpuncte gilt* aber *nur von denen, welche sehr nahe an der Axe* oder ihrem Strahle (§. 235. d.) *einfallen;* die übrigen werden, je weiter sie gegen den Umkreis einfallen, beym Ausgange früher convergiren, und also mehrere Brennpuncte bilden, die aber dem eigentlichen an Stärke nicht beykommen. Die Strahlen von jenen unächten Brennpuncten vereinigen sich unter stumpfen Winkeln, und also weniger, als die des wahren Brennpunctes, über welchen hinaus keine nähere Vereinigung unter spitzigern Winkeln möglich ist (§. 231. g.).

h) Wenn man die *aus Hohlgläsern* entweichenden, nun divergirenden Parallelstrahlen, in ihrer Ausgangsrichtung wieder rückwärts in Gedanken verlängert, so treffen sie *vor dem Glase in einem eingebildeten Brennpuncte zusammen,* und es scheint, als wenn sie von ihm ausgegangen wären.

i) *Convergirende Strahlen* werden durch ein *erhabnes Glas* noch näher zusammengebracht, weswegen auch diese Arten von Linsen Sammlungsgläser genennt werden. Bey *Hohlgläsern* ändert sich der Erfolg beym Ausgange, je nachdem die ankommenden Strahlen mehr oder weniger convergirten, so können sie beym Ausgange weniger convergirend, parallel, oder gar divergirend seyn.

k) *Divergirende Strahlen* zeigen beym Ausgange aus *Hohlgläsern* diese Richtung noch deutlicher, und stärker; aber *erhabne Linsen* verändern die Richtung nach den verschiednen Umständen. Ist die Entfernung des leuchtenden Punctes, der die Strahlenkegel ausschickt, kleiner als die Brenn-

Brennweite des Glases (§. 235. f.), so vermindert sich die Divergenz; ist der leuchtende Punct im Brennpuncte selbst, so sind die Strahlen im Ausgange parallel; und ist die Entfernung endlich gröſser, als die Brennweite, so convergiren sie.

l) Wenn alle diese Arten von einfallenden *Strahlen*, nicht wie wir bisher annahmen, eine gleiche Neigung gegen die Axe des Glases beobachten, sondern *schief von einer Seite* ankommen, so weicht die Axe der entweichenden Strahlen auf eine ähnliche Art, und gegen den andern Rand der Linse, von der wahren Axe des Glases ab, wie die Axe der einfallenden.

m) Zum Schlusse dieser Betrachtungen wird es, auch um des folgenden willen, nicht unschicklich seyn, wenn wir noch einmal die Richtung der Strahlen bemerken, die von einem jeden leuchtenden und erleuchteten Cörper ausgehen. Indem ein jeder Punct desselben Strahlen nach allen Seiten von sich giebt, so existiren *unter allen diesen Strahlenkegeln einzelne Strahlen, die zusammengenommen unter einander parallel sind*, und zwar nach allen Neigungen; eben so kann man sich mehrere ausheben, die von dem Cörper divergiren, oder von ihm zusammengehen. Sie sind alle zugleich vorhanden, aber die Umstände machen, daſs nur eine oder die andre Art in Betrachtung kommt, und wirksam wird.

§. 236.

Die Bilder sichtbarer Cörper werden durch die Brechung in durchsichtigen Massen mit gekrümmten Flächen auf eine bestimmte Weise verändert.

a) Je-

a) Jeder ſichtbare Cörper wirft von ſeinen Theilen die ihn durch ihre Beſtimmtheit kenntlich machenden Lichtſtrahlen nach allen Seiten, wird überall in geraden Linien geſehen, aber für ſich wirft er dieſe Strahlen nirgends zu einem ähnlichen feſten Bilde hin. Schon in der dunkeln Kammer (§. 231. d.), wo das Seitenlicht abgehalten wird, und der helle Cörper allein wirken kann, zeigt ſich dieſe beſtimmte Zurückwerfung der Strahlen, und die *Darſtellung eines Bildes*, das beynahe wie der urſprüngliche Gegenſtand kann empfunden werden.

b) So wie die dunkle Kammer die Lichtſtrahlen zu einem beſtimmten Bilde ſammelt, das mit einer weiſsen Fläche aufgefangen, und auf dieſer Fläche geſehen werden — kann, ſo werden auch durch die Brechung ein für allemal nach gewiſſen Geſetzen die Bilderſtrahlen in eine gewiſſe Richtung gebracht, und mehr oder weniger ein Bild auf eine Fläche geworfen, auf welcher es ſichtbar wird. *Dieſe Art von Bildern*, welche wir jetzt betrachten wollen, *müſſen wir* ſehr *von derjenigen unterſcheiden, welche in der brechenden Maſſe ſelbſt geſehen werden muſs*, und die wir erſt bey der Einrichtung des thieriſchen Auges bemerken können.

c) Bey einem Planglaſe entſteht, ohne die dunkle Kammer, wo das Glas aber ſelbſt überflüſſig ſeyn würde, keine Darſtellung eines Bildes, da die Strahlen des Cörpers nach allen Richtungen zugleich (§. 235. m.) gehen können. Das *Bild kann ſich beym Ausgange nach dem Brechen nicht anders darſtellen, als wenn die Strahlen*, welche *von jedem Puncte* des Cörpers ſich gegen das Glas hin ausbreiteten, hinter dem Glaſe

wie-

wieder in einem Puncte vereinigt werden. Stehen hinter dem Glafe diefe hellen oder dunkeln Puncte auf einer Fläche in demfelben Verhältnifs, welches den Cörper felbft kennbar macht, fo zeigen fie fein Bild.

d) Diefes Zufammengehen nach der Brechung fieht man fehr *deutlich bey erhabenen Linfen*, es zeigt fich nahe um die Gegend des Brennpunctes, und nach der Entfernung des Gegenftandes verfchieden. Ift der Gegenftand fehr entfernt, fo ift das deutliche Bild dem Glafe näher und klein, umgekehrt ift das Bild entfernter und gröfser, wenn der Gegenftand weniger vom Glafe abfteht. Vor diefem Puncte der Deutlichkeit, und hinter demfelben, wird das Bild zufehends matter und undeutlicher, je mehr fich die Fläche nach beiden Seiten von dem Puncte der Deutlichkeit entfernt. Diefe matten Bilder kommen von der zunehmenden Zerftreuung der Strahlen, wie im dunkeln Zimmer (§. 231. d. g.).

e) Nach der verhältnifsmäfsigen Abweichung des Ausgangs gegen die Abweichung des Einfalls (§. 235. l.) bey ganzen Strahlenbüfcheln ift es nothwendig, dafs der Punct eines leuchtenden oder erleuchteten Cörpers, welcher diffeit der Axe gegen das Glas divergirte, hinter dem Glafe jenfeit der Axe convergiren mufs. Dadurch werden alfo die *Stellungen des Bildes von der Stellung des Gegenftandes verfchieden*, das Untere des Gegenftandes kommt im Bilde nach oben, und das Rechte zur Linken. Das verkleinerte Bild wird in der *dunkeln Kammer* (camera obfcura) zum Abzeichnen, von einem Spiegel, und denn von einer Fläche aufgefangen; das *Sonnenmicrofcop* und die *Zauberlaterne* brin-

gen

gen erſt durch Spiegel und Gläſer einen kleinen Gegenſtand in eine ſtarke Erleuchtung, und werfen ſein durch andre convexe Gläſer wegen der entfernten Convergenz vergröſsertes Bild auf eine weiſse Fläche, Spiegel, Rauch u. d.

f) *Um hinter dem Glaſe ein Bild zu verſammeln, muſs der Gegenſtand* ſelbſt *vor demſelben, auſser ſeinem Brennpuncte, befindlich ſeyn.* Kommt er in den Brennpunct, ſo werden ſeine Strahlen hinter dem Glaſe parallel; ſteht er zwiſchen dem Brennpuncte und dem Glaſe, ſo werden ſie divergirend. In beiden Fällen kann kein Bild entſtehen (§. 236. c.).

g) Die divergirenden, zur Darſtellung eines Bildes durch Brechung nothwendigen Strahlen (§. 236. c.) werden von einem Hohlglaſe (§. 235. k.) noch mehr auseinander getrieben. Dieſe Linſen ſammeln alſo kein Bild, und das hellſte Licht wird von ihnen beym Ausgange wegen der Divergenz merklich geſchwächt (§. 231. g.).

§. 237.

Der gerade Gang der Lichtſtrahlen wird, wenn ſie auf undurchſichtige und glatte Flächen fallen, je nachdem ſich die Richtungen der Strahlen und Flächen gegeneinander verhalten, ſo wie die Richtung eines geworfenen Cörpers unter gewiſſen Winkeln zurückgetrieben.

a) In einer *polirten Metallplatte* ſieht man ein Bild eines Gegenſtandes, den man hinter ſich hat, und den blendenden Schein eines Lichtes an eben der Stelle. Dies würde nicht geſchehen können, wenn das Licht des leuchtenden, und das modificirte Licht im Bilde des erleuchteten, nicht

nicht vorwärts auf die Metallfläche wirkte, und von ihr wieder in einer entgegengeſetzten Richtung zum Auge zurückkehrte.

b) Wird dieſelbe Oberfläche des Metalls durch chemiſche oder mechaniſche Mittel rauh gemacht, ſo ſieht man zwar das Metall ſtark erleuchtet, wenn das Licht oder der erleuchtete Cörper ſehr hell iſt, aber das Licht wirkt weniger zurück, und vom Bilde iſt gar nichts zu ſehen. Wird das Metall wieder polirt, ſo entſteht die vorige Erſcheinung von neuem. Dies geſchieht auch bey mehrern Cörpern, die man zum Luxus *polirt*, wobey ſie nicht nur *das Licht vollkommen zurückwerfen*, ſondern auch ihre eigne Färbung weit friſcher und prächtiger zeigen.

c) Das *Glas* hat für ſich nach dem Fluſſe die ſchönſte glatte Oberfläche, aber es wird das Licht immer unvollkommner zurückwerfen, je durchſichtiger es iſt. Glasmaſſen, die durch Zuſatz undurchſichtig gemacht worden, zeigen zwar Licht und Bilder etwas deutlicher, aber nie mit einer vollkommnen Aehnlichkeit in der Art und den Verhältniſſen, wie beym Gegenſtande ſelbſt. Ihren Theilen ſcheint noch immer die vollkommne Dichtigkeit und die gegen das Licht nöthige Undurchdringlichkeit zu fehlen.

d) Unter allen bekandten Cörpern *werfen keine das Licht ſo vollkommen zurück*, und vereinigen ſo ſehr die Undurchſichtigkeit und Dichtigkeit der Maſſe mit der ſchönſten Politur der Oberfläche, *als die Metalle;* man hat ſich ihrer daher am meiſten zu den Darſtellungen der Bilder durch Zurückwerfung, oder zu den *Spiegeln* bedient. Unter den Metallen ſelbſt ſind die weiſsen dazu am geſchickteſten, indem ſie keine eigne Farbe

mit

mit der Darstellung des Bildes vermischen. Am besten würden endlich die aus blossem Metall verfertigten seyn, sie würden die Strahlen sogleich von der Oberfläche zurückwerfen, das Licht am vollkommensten, und das Bild am richtigsten darstellen, wenn sie nur nicht den Veränderungen und Einwirkungen der Atmosphäre zu sehr ausgesetzt wären. Zu genauen Werkzeugen sind sie indess unentbehrlich; zum gemeinen Gebrauch aber bedient man sich parallelflächiger, wohlgeschliffner, auf der Hinterseite mit Zinnamalgama belegter Glasplatten, die nur immer den Umstand wider sich haben, dass sie das Licht nicht blos einmal von der Oberfläche des Metalls, sondern erst von der Oberfläche des Glases, denn, nach erfolgter Brechung im Glase, von dem Metall zum zweytenmal, und an einer andern Stelle zurückwerfen.

e) Eine gewisse Unvollkommenheit des Zurückwerfens trägt indess zur Vollkommenheit der Spiegel bey, insofern sie in der Brauchbarkeit derselben besteht. Bey der geringsten Uebung sieht man leicht, ob ein Gegenstand wirklich, oder ob nur sein Bild im Spiegel erscheint. Würfe der Spiegel die Bilder vollkommen, und nur blos diese zurück, *so würde* die Täuschung aufs höchste gehen, und nur das Bild, wie ein wirklicher Gegenstand, gesehen werden, *der Spiegel selbst* aber *unsichtbar seyn.*

f) Die Rückkehr der Strahlen von der Spiegelfläche geschieht, wie man schon aus den eingebildeten Linien vom Gegenstand zum Spiegel, und von diesem zur rückwärtsgehenden Erleuchtung, oder zum Auge, darthun kann, unter denselben Gesetzen, die wir schon oben beym Zurückpral-len

len elaſtiſcher Cörper bemerkten. Man denkt ſich die auf der Spiegelfläche, von dem Puncte, wo der Strahl einfällt, aufgerichtete Verticale, und findet dann, daſs der *zurückgehende Strahl eben ſo weit von der Verticale abweicht, als der einfallende.* Am deutlichſten wird es, wenn man nur einzelne Strahlen einfallen, und ausgeſtreute fliegende Staubtheile durch ſie erleuchten läſst. So wie man durch eine andre Neigung des Spiegels den Einfallswinkel verändert, ſo weicht auch der Ausfallswinkel in gleichem Verhältniſſe ab.

g) Die Maſſe kommt hier nicht in Betrachtung, wie bey der Brechung, ſondern die Wirkung hängt blos von einem Rückſtoſs der Oberfläche ab. So wie aber die Brechung bey einerley Geſetz zugleich von der Richtung der Oberfläche, die meiſt in Beziehung auf die Maſſe war, abhing, ſo wird auch das *allgemeine Geſetz der Rückprallung nach den Flächen modificirt.*

h) Die *Rückprallung* oder Reflexion des Lichtes iſt in einem gewiſſen Grade der Unvollkommenheit (§. 237. e.; §. 229. e.) *die Urſache der Sichtbarkeit* bey den Cörpern. Cörper, die gar kein Licht zurückwerfen, oder äuſserſt wenig, wie ſolche mit einer ſchwarzen und rauhen Oberfläche, ſind eben ſo wenig, im Verhältniſs gegen die übrigen, deutlich zu ſehen, als weiſse und glänzende, die das Licht zu ſtark reflectiren.

i) So wie die brechenden Maſſen von jedem hellen Puncte einen Strahlenkegel auf ihren Flächen erhalten, ſo geſchieht es auch mit den reflectirenden Spiegeln, und der Punct wird auf der ganzen Spiegelfläche, jedoch nur aus denen Puncten geſehen, welche von den *rückprallenden Strah-*

len des ganzen Büſchels können getroffen werden. Fällt der Strahlenbüſchel zu ſehr diſſeits der Spiegelmitte ſchief gegen die Fläche, ſo werden ſeine Strahlen auch ſchief jenſeits der Spiegelmitte abweichen, und nicht gerade zurückkehren. Das Bild wird nicht in dem Spiegel zu ſehen ſeyn, wenn das Auge beym Gegenſtande befindlich iſt.

k) Eine einzige ſehr merkwürdige Erſcheinung (§. 239. f.) ausgenommen, *zeigen die Spiegel kein für ſich beſtändiges*, für ſich zu ſehendes *Bild*, wie die erhabenen Gläſer (§. 236. d. e.); ſondern die Bilder, die ſie verändern oder überhaupt darſtellen, müſſen auf dem Spiegel ſelbſt geſehen werden, ſo wie die zweyte Art der Brechungsbilder, mit welchen wir ſie an einem ſchicklichern Orte betrachten wollen (§. 245. e — g.).

l) Die groſse Aehnlichkeit in den Geſetzen der Reflexion des Lichtes, und der Zurückprallung elaſtiſcher Cörper ſcheint eine Materie, und zwar eine *elaſtiſche Materie des Lichtes* anzuzeigen. Man hat Rechnungen darüber angeſtellt, und die Elaſticität des Lichtes auf tauſendmal gröſser geſchätzt, als die Elaſticität der Luft.

§. 238.

Die geraden Spiegelflächen werfen das Licht faſt eben ſo zurück, wie ſie es empfangen.

a) Der *vertical* auf die Fläche *fallende Strahl* muſs nothwendig in ſich ſelbſt wieder zurückgehen.

b) *Schief einfallende*, unter ſich *parallele Strahlen* gehen auch wieder parallel von dem Spiegel zurück.

c) Wenn die *ſchief einfallenden Strahlen convergiren*, ſo werden ſie beym Abprallen noch ſtärker zuſammengehen, und ſind ſie *divergirend*, ſo breiten ſie ſich noch ſtärker aus. Nach dieſem letztern iſt die Unmöglichkeit, daſs Planſpiegel für ſich, ohne dunkle Kammer oder erhabne Gläſer, ſelbſtſtändige Bilder darſtellen können, erwieſen; da dieſe Art von Bildern nur durch eingeſchränkte und aus der Divergenz wieder vereinigte Strahlenbüſchel entſtehen kann.

d) So wie überhaupt ſchon durch einen Spiegel das Licht und die Bilder rückwärts können geleitet werden (§. 237. a.), ſo iſt man auch im Stande, durch mehrere, mit einander verbundne und gegen einander geſtellte Spiegel *dem Lichte einen krummen Weg anzuweiſen*, den es für ſich nie würde genommen haben. Man kann auf dieſe Art dem Anſcheine nach durch ein dickes Bret ſehen, oder das Licht durch ſelbiges gehen laſſen.

e) Die Rückprallungen auf *krummen Spiegelflächen* ſind im Grunde ſo zu beurtheilen, als wenn ſie *auf einer Menge äuſserſt kleiner*, mit einander verbundner *gerader Flächen* geſchähen. Dieſe Flächen ſtünden waagerecht auf den Verticalen aus dem Mittelpuncte, wie bey der Schwere (§. 176. d.). Eben darum hat man auch durch Verbindung von vielen ſehr kleinen Planſpiegeln, auf einer ſehr groſsen gekrümmten Fläche, ähnliche Wirkungen hervorgebracht, als wenn die Fläche ſelbſt ein Spiegel geweſen wäre.

f) Sind aber die *Spiegelflächen*, *welche* neben einander ſtehen und *Winkel bilden*, *groſs*, *und von geringer* Anzahl, ſo entſteht etwas ähnliches in Rückſicht der Reflexion, was oben in Anſehung

 der

der Refraction bey den vieleckigen Gläſern geſchahe (§. 234. e.). Ein heller Cörper wird mit allen ſeinen Strahlen auf jeder Fläche reflectirt, oder, wenn er zu nah iſt, in alle Flächen vertheilt.

§. 239.

Die Reflexion der Lichtſtrahlen wird auf krummen Flächen vorzüglich in Beziehung auf den Mittelpunct und die Axe der Krümmung beſtimmt.

a) Die Krümmungen der Spiegel ſind ſehr verſchieden, und, wie die hyperboliſchen, paraboliſchen, und elliptiſchen, nicht von der Beugung des gewöhnlichen Zirkels. Wir wollen uns, um Weitläufigkeit zu vermeiden, blos mit der letztern gewöhnlichen und bekandten Krümmung beſchäfftigen. Aber auch hier giebt es Verſchiedenheiten. Einmal iſt die reflectirende Fläche hohl oder erhaben, denn iſt ſie auch entweder der Abſchnitt einer Kugelfläche, oder einer Walze und eines Kegels. Zuerſt wollen wir die *Kugelabſchnitte* betrachten.

b) *Verticale, gegen den Mittelpunct* und *in die Axe des Kugelabſchnittes einfallende Strahlen*, gehen beym hohlen und erhabnen Spiegel wieder ohne Seitenwendung in ſich ſelbſt zurück.

c) Unter ſich und mit der Axe des Kugelabſchnittes *parallel einfallende Strahlen* gehen von der *erhobnen Spiegelfläche* divergirend zurück, von der *hohlen* aber ſammeln ſie ſich in einem Puncte, der in dem vierten Theile des Durchmeſſers vom Kugelabſchnitte, oder in der Hälfte ſeines Halbmeſſers liegt. Verlängert man die divergirenden Strahlen der erhabnen Fläche in Gedanken hinter dem Spiegel, ſo vereinigen ſie ſich bey ihm

ihm nicht weniger in derſelben Entfernung. Aber bey beiden Spiegeln geſchieht die wirkliche oder denkbare *Vereinigung nicht vollkommen von der ganzen Fläche*, faſt auf eine ähnliche Art, wie bey der Brechung (§. 235. g). Die Strahlen, welche von dem Rande der Spiegel wirklich oder denkbar zuſammengehen, vereinigen ſich immer mehr zwiſchen dem Spiegel und dem Vereinigungspuncte der Strahlen in der Mitte des Spiegels.

d) Der wirkliche Vereinigungspunct der von dem Hohlſpiegel zurückgeworfnen Strahlen erhält mit demſelben Rechte den Namen des *Brennpunctes*, wie bey den erhabnen Linſen (§. 235. f.), und, ſo wie dort die Einfalls- und Ausgangswinkel immer daſſelbe Verhältniſs haben, und man die aus dem Brennpuncte ausgehenden Strahlen durch erhabne Linſen in parallele verwandeln kann, ſo gehen auch hier die aus dem Brennpuncte ankommende Strahlen in paralleler Richtung von dem Hohlſpiegel weg. Man bedient ſich beider Werkzeuge in jenem Falle zur Verſtärkung des Lichtes und des mit ihm verbundnen Feuers; im letztern Falle aber, um die Zerſtreuung des Lichtes zu verhüten, und ſeine Strahlen parallel und gleichförmig fortzuleiten. Die Aehnlichkeit der Hohlſpiegel bey der Sammlung mit den Hörröhren, und bey der parallelen Leitung mit den Sprachröhren, folglich des Lichtes mit dem Schalle, iſt unverkennbar.

e) Andre *divergirende Strahlen, die nicht aus dem Brennpuncte auf den Hohlſpiegel fallen*, werden immer weniger divergirend, als ſie vorher waren. Ja, wenn ſie aus einer gröſsern Entfernung, als der des Brennpunctes, einfallen, ſo

können ſie nach den Umſtänden ſogar convergirend werden, und ſich in gewiſſen Puncten vereinigen.

f) Durch dieſe Vereinigung wird es möglich, daſs der Hohlſpiegel, ſo wie die ihm ähnliche convexe Linſe es durch Brechung that, *durch Reflexion ein ſelbſtſtändiges Bild* darſtellen kann, was bey allen übrigen Reflexionen, da ſie parallel oder divergirend ausfallen, nicht möglich iſt. Ein ſolches Bild ſchwebt auf eine täuſchende Weiſe vor dem Spiegel gleichſam in der Luft. Hohle cylindriſche Spiegelflächen können etwas ähnliches bewirken.

g) Von *erhabnen Kugelſpiegeln* gehen *divergirend einfallende* Strahlen immer weiter auseinander.

h) *Convergirende* Strahlen bleiben es zwar im Ausgange von *erhabenen Spiegeln*, aber ſie convergiren weniger, und vereinigen ſich nun in gröſserer Entfernung; von *hohlen Spiegeln* erfolgt das Gegentheil. Sie convergiren ſtärker und früher.

i) Die *walzen- und kegelförmigen Spiegel*, ſie mögen auf der erhabnen Seite, oder auf der hohlen reflectiren, ſind wie die vorigen Kugelſpiegel zu beurtheilen, nur mit dem Unterſchiede, daſs dieſe Beurtheilung blos von den Queerlinien gilt, die man ſich in der Krümmung der Oberfläche gedenken kann; die geraden Linien, die mit der Axe des Kegels oder der Walze mehr oder weniger ähnlich herablaufen, ſind gerade, und nebſt ihren zunächſtſtehenden, ehe die Krümmung beträchtlicher wird, wie ebene Flächen anzuſehen. Die Anwendung hiervon weiter unten beym Sehen (§. 246. g.).

§. 240.

Die Brechung und Zurückprallung dient auch die ſichtbaren Cörper durch ungleiches aber beſtimmtes Licht kenntlich zu bezeichnen.

a) Die Zurückprallung der Strahlen eines ſelbſtleuchtenden Cörpers iſt es eigentlich, wodurch alle übrige nicht leuchtende Cörper ſichtbar werden. Gäben ſie dieſes empfangne Licht eben ſo gleichförmig, wie der urſprünglich leuchtende Cörper, von ſich, ſo würden ſie weit weniger deutlich zu unterſcheiden, und für das Sehorgan von ſehr unangenehmer Wirkung ſeyn. Sie geben das *Licht* nicht nur weit ſchwächer, ſondern auch *mit dem Mangel des Lichtes*, *oder dem Schatten untermiſcht*, wieder von ſich.

b) Die *eine Urſache des Schattens* liegt in der *wirklichen Hemmung* des von einer Seite einfallenden Lichtes, durch Hervorragungen der Oberfläche, oder durch ganze Cörper ſelbſt. Dieſer Schatten wird vollkommen ſeyn, den obigen Halbſchatten abgerechnet (§. 231. c.), wenn ſich auf der Schattenſeite keine Flächen befinden, die Lichtſtrahlen gegen den beſchatteten Theil zurückwerfen könnten. Je tiefer eine Höhlung iſt, deſto ſtärker wird der Schatten ſeyn, da eben dieſe Zurückwerfung von den gegenüberſtehenden Wänden wegfallen muſs.

c) Eine *zweyte Urſache des Schattens* bringt ihn nur *ſcheinbar* hervor. Eine gekrümmte Fläche kann gleichförmig erleuchtet ſeyn, aber alle ihre Theile werfen das ankommende Licht wegen ihrer Lage nicht gleichförmig gegen den Punct, in dem ſich das Auge befindet. Diejenigen Stellen, von denen die Lichtſtrahlen mehr ab-

prallen, als in das Auge kommen, werden alfo dunkler erfcheinen, ohne es zu feyn.

d) Beide *Urfachen des Schattens haben Beziehung auf die Neigungen der Oberfläche*, auf die Verfchiedenheit des cörperlichen Gehaltes an ungleichen Stellen, ja *felbft auf die befondre Art der Oberfläche und der Subftanz.* Diefe Coexiftenz wird nach und nach durch die Uebung erkannt und beftimmt, fo dafs man nicht nur ficher von jenen Erfcheinungen auf diefe wahren Verhältniffe fchliefsen kann, fondern, dafs auch durch ähnliche Zufammenftellungen heller und dunkler Theile auf einer gleichen Fläche eine täufchende Zeichnung und Abbildung eines Cörpers hervorgebracht wird.

e) Zuweilen kann aber doch *die Beurtheilung irre geführt werden.* So find, zum Beyfpiel, die hellen Flecken, die man neuerlich für brennende Mondsvulcane gehalten hat, wol nichts anders, als Reflexe des Sonnenlichtes, ob es gleich ehemals fehr grofse Vulcane im Monde gegeben hat. Gewiffe ftarke oder fchwache Erleuchtungen zeigen manche Cörper in einer fehr fremden Geftalt. Am mehreften aber wird das obige Urtheil verwirrt, wenn fich zugleich Brechungen des Lichtes mit einmifchen. Durch diefe wird oft das erhabene flach, und das, was hell feyn follte, dunkel; auf ebenen Flächen erfcheinen helle leuchtende Stellen, ohne alle Erhabenheit.

§. 241.

Durch deutliche und beftimmte Brechung des Lichtes kann diefes in Farben zertheilt, und aus ihnen wieder gefammelt werden.

a) Läfst

a) Läfst man einen kleinen Bündel Sonnenftrahlen durch eine etwa $\frac{1}{4}$ Zoll weite Oeffnung in ein dunkles Zimmer fallen, hält ihnen einen dreyeckigen gläfernen Stab, oder ein *Prifma*, fo vor, dafs eine Fläche des Stabes oben befindlich ift, und eine von den Seitenflächen vom Lichte getroffen wird, fo geht diefes Licht gebrochen in einer andern Richtung zur gegenüberftehenden Seitenfläche heraus, und bekommt eine gröfsere Breite. Hält man diefem ausgehenden Lichte in einer Entfernung von 15 — 20 Füfsen eine weifse Fläche vor, fo erfcheint ein verticales auf beiden Seiten geradliniges, an beiden Enden gerundetes Bild, das *aus mehrern* der Länge nach *auf einander folgenden* und bey ihrem Berühren in einander fliefsenden *Farben* befteht. Unten fängt das Bild mit dem Rothen an, aufwärts folgen orangefarb, hellgelb, grün, hellblau, dunkelblau, violet.

b) An und für fich follten die parallelen Strahlen der Sonne (§. 231. f.) auch von den Flächen des Prifma parallel (§. 234. b.) wieder gebrochen werden, aber fie gehen divergirend aus demfelben hervor. Die fchnell zunehmende Maffe des Dreyecks gegen die obere Fläche (§. 233. e.) fcheint diefe Ableitung zu verurfachen, und das Licht gewaltfamer, als fonft gefchehen feyn würde, zu theilen. Betrachtet man aber die Lage der divergirend ausgehenden Farbeftrahlen, fo fieht man, dafs das unterfte Roth demjenigen Orte am nächften kommt, den nach den Refractionswinkeln das gebrochne Sonnenlicht hätte einnehmen müffen, und dafs alfo das Violette am Oberende des Bildes am weiteften davon abfteht. Offenbar wird das violette

Licht mehr gebrochen, wenn man auf die Abweichung des Winkels Rückſicht nimmt, als das Rothe.

c) Wenn die parallelen Sonnenſtrahlen auch parallel aus dem Priſma gingen, ſo würden ſie das runde Bild der Sonne eben ſo, wie es durch die Oeffnung einfiel, wieder darſtellen, aber ſie zeigen ein andres Bild, das nur an den Enden eine Zirkelrundung zeigt. Läſst man die *Sonnenſtrahlen erſt durch eine convexe Linſe auf das Priſma* fallen, ſo erhält man nicht blos, wie vorher, die halbe Rundung des untern Rothen, und des obern Violetten. ſondern *alle ſieben Farben ſind getrennt*, und jede zeigt das rundliche Bild der Sonne.

d) Nicht blos das Licht ſelbſtleuchtender, auch das der erleuchteten Cörper wird durch das Priſma in Farben getheilt, jedoch nur alsdenn, wenn es ſelbſt weiſs und farbenlos iſt.

e) Durch die Theilung der Farbenzirkel (§. 241. c.) wird es wahrſcheinlich, daſs jede Farbe für ſich in dem weiſsen Sonnenſtrahle gelegen habe, und durch das Priſma zwar deutlich, aber nicht vollkommen von den übrigen getrennt worden ſey. Der Erfolg beſtätigt es. Läſst man einen *einzelnen Farbenſtrahl* durch eine eigne Oeffnung *auf verſchieden gefärbte Cörper* fallen, ſo werden ſie, nur mehr oder weniger, mit der auf ſie fallenden Farbe, aber nicht mit ihrer eignen erſcheinen. Heller erſcheint die Farbe, wenn ſie mit der des Cörpers ſchon übereinſtimmt.

f) Der *einzelne Farbenſtrahl* wird durchs Priſma *nicht weiter in Farben gebrochen*, durch convexe Linſen blos verſtärkt, und durch Spiegel reflectirt;

ctirt; alles ohne die geringſte Veränderung in eine andre Farbe zu zeigen.

g) Bey der Verſtärkung einzelner Farben durch convexe Linſen bemerkt man, daſs die *Brennweite*, oder die Entfernung des Concentrationspunctes hinter der Linſe, *nicht bey allen Farbenſtrahlen dieſelbe* iſt. Die Brennweite des rothen Strahles iſt die entfernteſte, die des violetten hingegen die nächſte. Dieſes ſtimmt vollkommen mit der Brechbarkeit im Priſma überein, indem das ſtärker gebrochne Violett ſchneller gegen die dickere Mitte der Linſe einlenkt, und auch hier ſtärker gebrochen wird. Es entſteht aber hieraus auch eine Unvollkommenheit beym Gebrauch der convexen Linſen, und der aus ihnen zuſammengeſetzten Werkzeuge (§. 246. k. l.), da die gefärbten Strahlen eines Gegenſtandes ihrer Natur nach nicht auf gleiche Weiſe gebrochen werden. Ein rothes Gemählde zeigt ſich in einem weitern Brennpunct (§. 236. d.) als ein violettes.

h) Vereinigt man *mehrere Farbenſtrahlen* durch eine convexe Linſe, ſo wird man dieſelben nur verſtärkter, ſo wie den einzelnen (§. 241. f.) wieder erhalten; läſst man ſie aber *alle zuſammen* auf das erhabne Glas, ſo zeigt ſich *im Brennpuncte* — *das weiſse Sonnenlicht*, aus dem die Farben durch das Priſma entſtanden.

i) Aus allen dieſen Erſcheinungen, blos als Thatſache genommen, würde folgen, daſs eine geringe Menge von Sonnenſtrahlen, ohne Hinzukommen eines andern Nebenlichtes, durch das Priſma gebrochen, ſieben verſchiedne runde Sonnenbilder, jedes von einer verſchiednen Farbe, auf einer weiſsen Fläche darſtelle, welche Bilder,

der, wo ſie aneinander ſtoſsen, zuſammenflieſsen, wenn die Sonnenſtrahlen nicht erſt durch ein erhabnes Glas auf das Priſma geleitet worden; daſs jeder einzelne Farbenſtrahl ungebrochen und unverändert bleibe, auch ſeine Farbe jedem andern Cörper mittheile; daſs aber alle Farbenſtrahlen, durch eine erhabne Linſe auf einmal concentrirt, das helle Licht wieder darſtellen, aus welchem ſie entſtanden.

k) Die *Erklärungen dieſer Erſcheinung* ſind im Gegentheil ſehr ungewiſs. Das Licht hat, ſo wie die Wärme, einen Schein von Materialität, und von Aehnlichkeit mit Grundſtoffen. Nähme man dieſes als wahr an, ſo könnte man mit Newton glauben, die ſieben *Farben wären die urſprünglichen Theile*, und *das weiſse Licht ihr zuſammengeſetztes Product.* So wie das weiſse Licht gegen verſchiedne durchſichtige Maſſen eine verſchiedne Verwandtſchaft (§. 233. e.) oder Brechbarkeit beſäſse, ſo hätten die ſieben Farben auch eine verſchiedene Verwandtſchaft gegen eine Maſſe, welche Brechbarkeit ſich auch offenbar im Priſma zeigt.

Aber das Licht äuſsert ſich, wie die Wärme, auch als Kraft (§. 244. a. b.). Nähme man es nicht als Materie, ſondern als Kraft an, die blos vermittelſt einer andern Materie wirkſam würde, welche hier ſehr fein ſeyn müſste, wie der zu Hülfe genommene phyſiſche Aether, ſo könnte man die *Farben* mit Euler *als Modificationen jener Kraft*, und, wie die Töne, als Schwingungen des Mittels annehmen, wodurch das Licht überhaupt empſindbar wird. Die Farbe des einen Endes im Farbenbilde des Priſma würde dann eine gröſsre Stärke und Geſchwindigkeit haben, als

als die am andern Ende; Euler hat fich fchwankend bald für das Rothe, bald für das Violette erklärt, der thierifchen Empfindung nach fcheint aber die rothe Farbe die ftärkfte zu feyn, da fie am erften Schmerz verurfacht, und ihr fchneller Durchgang durch das Prifma, die mindere Ableitung (§. 241. b.), und die gröfsere Brennweite widerfprechen diefer Meinung nicht.

l) Unter den fieben Farben des Prifma zeigt fich noch immer einige Verwandtfchaft, auf welche man wol am erften durch Verbindung gefärbter durchfichtiger Cörper, oder chemifcher Farben, geleitet worden ift. Nach diefen Beobachtungen ift freylich Hellblau blos eine Modification vom Dunkelblau; Orangefarb ift aus Roth und Gelb, Grün aus Gelb und Blau, Violett aus Blau und Roth zufammengefetzt. So bleiben uns nicht mehr als *drey Hauptfarben*, Roth, Gelb und Blau; diefe Abtheilung ift in der Natur der Farbenmifchung gegründet, und in den meiften Fällen unter gehöriger Einfchränkung beym Färben und Mahlen anwendbar. Aber es ift gleichwol bemerkungswerth, dafs jede diefer fonft von Mifchung und Abftufung abhängenden Farben *durch das Prifma abgefondert und felbftftändig* erfcheint. So wenig fich jene Verhältniffe umftofsen laffen, fo mufs doch eine Urfache vorhanden feyn, die bey den Farben durch Brechung einen wefentlichen Unterfchied feftfetzt.

m) Da wir alle undurchfichtige Cörper durch Reflexion des Lichtes, und die meiften gefärbt, einige weifs, andre fchwarz erblicken, fo können wir diefes mit dem vorigen in Verbindung bringen, und es wird einerley feyn, welche Vorftel-

ſtellungsart wir dabey annehmen wollen (§. 241. k.). *Weiſse Cörper* müſſen eine Einrichtung haben, nach welcher ſie das unzertheilte Licht wieder zu unſern Augen zurückkehren laſſen, *ſchwarze* hingegen müſſen das ganze Licht in ſich aufnehmen, wenig oder nichts davon zurückgeben, und auf ſich die Empfindung einer Finſternifs für unſre Augen hervorbringen. Jeder *gefärbte Cörper* ſcheint blos ſeine Farbenſtrahlen abzuſtoſsen, und die andern in ſich zu nehmen. Fällt ein farbiges Licht auf ſehr verſchieden gefärbte Cörper, oder ſieht man ſie durch eine farbige Maſſe, ſo werden ſie immer mehr ihre eigne Farbe verliehren, und in der fremden erſcheinen, je ſtärker dieſe wirkt.

n) Der obigen Verſchiedenheit ungeachtet (§. 241. l.) zeigt ſich doch eine Aehnlichkeit zwiſchen der Natur der Mahlerfarben, und derer, die durchs Priſma entſtanden. Eine *mit den ſieben Farben* in ebenſoviel Kreiſen *bemahlte Scheibe* ſcheint beym ſchnellen Umdrehen, das gleichſam die Vorſtellung des Einzelnen verhindert, von weiſser Farbe zu ſeyn.

o) Nicht blos das Priſma, *auch andre durchſichtige Cörper, bringen bey der Brechung des Lichtes Farben hervor*, und am meiſten, wenn das Licht in ihnen mehreremal gebrochen und reflectirt wird. Zu dieſer Art von Cörpern gehören die kugelförmigen, in denen ſchief anfallende Strahlen gebrochen werden, aber an dem Puncte des Ausgangs von der Wand der Kugel gegen einen andern Punct zum Theil zurückprallen, daſelbſt auch gebrochen und reflectirt werden, welches nach der Lage der Umſtände mehreremal erfolgen kann. Auf dieſe Begebenheit gründet ſich die

die Erſcheinung des Regenbogens, der bey den herabfallenden durchſichtigen Kugeln der Regentropfen von den parallelen Strahlen der Sonne gegen den Standpunct des Auges dargeſtellt wird. Weiter unten wollen wir dieſe prächtige Erſcheinung, ſo viel es hier möglich und nöthig iſt, nebſt ihren Verwandten, näher betrachten.

p) Die *Inflexion* des Lichtes iſt wahrſcheinlich nur eine Modification der Brechung (§. 233. g.), und ſie *bringt ebenfalls Farben zum Vorſchein.*

§. 242.

Noch auſser den obigen Fällen bringen einerley Cörper, ohne Veränderung ihrer Beſtandtheile, wol auch durch bloſse Brechung des Lichtes, verſchiedne Farben hervor.

a) Wenn etwas *convexe Gläſer* ſtark *aneinander gedrückt* werden, ſo entſtehen um den Ort des Druckes, und im Verhältniſs mit demſelben, die Farben des Regenbogens, und verſchwinden, wenn er nachläſst.

b) Aus *Tafeln und Blättchen zuſammengeſetzte Spathe*, auch dicke Cryſtalle, die ebenfalls aus Lagen entſtanden ſind, und ſie oft noch kenntlich zeigen, haben hin und wieder ſchon von Natur jene bunte Farben, und ſpalten das Licht unter gewiſſen Richtungen. Das ſchönſte Beyſpiel dieſer Art iſt der Labradorſtein.

c) Die *Seifenblaſen* zeigen, wie bekandt, gegen das Ende ihrer Ausdehnung, die ſchönſte Abwechslung von Farben; überhaupt enthält dieſes Spielwerk der Kinder mehrere Umſtände, die ſchon die tiefſinnigſten Männer beſchäfftigt haben,

ben, die ich aber, um nicht zu weit zu gehen, verschweigen muſs.

d) Verschiedne *thierische Theile*, als Haare, Federn, Schuppen, vorzüglich aber einige Conchylien, und unter diesen einige prachtvolle Beyspiele der Südsee, geben schon bey gewöhnlichem Lichte einen Regenbogenglanz, den man von der schon lange üblichen Benutzung einer Muschelschaale auch den Perlmutterglanz genennt hat. Roth und Grün sind dabey immer am hervorstechendsten. Im starken Sonnenlichte spielen überhaupt die meisten zarten Cörper mit diesen Farben, wenn sie es sonst gleich nicht zu thun pflegen.

e) Alle vorige Erscheinungen hängen von dem Standpuncte des Auges und des Lichtes ab, und werden mit ihm verändert. Einige scheinen mit ihnen eine Ursache zu haben, sind aber *weniger veränderlich*. Dahin gehören die Regenbogenfarben auf altem Fensterglase, und auf feinen Rahmhäutchen, die sich auf der Oberfläche des Kalkwassers, der Eisenauflösung, der Schwefelleber u. s. w. ansetzen.

f) Manche feste Cörper *verändern ihre Farbe durch Glätten der Oberfläche, oder durchs Zerreiben;* Steine, Leder, Holz werden durch ersteres dunkler und frischer; Zinnober bekommt durch letzteres seine Röthe, Queckſilber hingegen verliehrt seinen metallischen Glanz.

g) Verschiedne durchsichtige Cörper zeigen eine *andre Farbe in dem von ihnen reflectirten, als in dem von ihnen gebrochnen Lichte.* Das reflectirte Licht der Griesholztinctur ist gelbroth, das gebrochne blaugelb, Stahlwasser mit Gallapfeltinctur vermischt sieht gegen das Licht braun, blos

blos erleuchtet aber grauviolett. Selbst die Menge der gefärbten Theile macht zuweilen einen Unterschied. Die gesättigte Lackmustinctur ist roth, an den erhöhten dünnen Rändern, und wenn sie mit mehrerm Wasser vermischt ist, wird sie blau.

§. 243.

Die veränderte Mischung der Bestandtheile bewirkt bey den meisten Cörpern eine mehr dauernde Veränderung der Farbe.

a) Ein Stoff, der nicht wenig zu diesen Erscheinungen beyträgt, und sie äusserst mannigfaltig darstellt, ist *das Brennbare.* Von ihm empfangen die Säuren (§. 27. b. §. 32. b. c.), die Metallkalke bey ihrer Wiederherstellung (§. 110. c. §. 115.), die glänzenden Metalle über Kohlen (§. 110. c.), die Gewächse und Thiere aus ihrer Nahrung (§. 159. i.), das Glas (§. 97. i.) u. s. w. ihre verschiednen Farben; und Stoffe, welche das Brennbare anziehen, benehmen ihnen zugleich mit demselben die Farbe.

b) Doch giebt es auch Beyspiele, wo *das Brennbare die Farbe vertilgt.* Im Glase, und im mineralischen Chamäleon (§. 97. i. §. 114. c.) ist ein gewisses Verhältnis des Brennbaren im Stande, die Farbe aufzuheben. Der Braunsteinkalk ist schwarz, wenn er am wenigsten Brennbares besitzt, bey mehrerm wird er roth, und bey dem meisten Brennbaren farbelos und weiss.

c) Das einfallende *Licht* ist vermögend, *Cörpern eine mehr dauernde Farbe mitzutheilen,* und zu erregen. Die lebenden organischen Cörper sind unter der heissen und hellen Zone am stärksten gefärbt, manche Hölzer und das Hornsilber wer-

werden in dem Grade, sichtbar stufenweis, dunkler, so wie sie das Licht berührt. Das gefärbte Tageslicht theilt sich dem cantonschen Phosphor mit, und strahlt einige Zeit im Dunkeln aus ihm zurück (§. 41. e.).

d) Andre Cörper werden *vom Lichte ihrer Farbe beraubt*, und ausgebleicht, wie die meisten mineralischen Cörper, und die organischen nach dem Tode.

e) Die lamottschen Tropfen (§. 114. d.) werden vom Sonnenlichte ausgebleicht, und erhalten im Schatten ihre Farbe wieder. Aber merkwürdig ist es, daſs die einmalige *Einwirkung des Sonnenlichtes* auch *auf die Farbe ihres Niederschlages einen bestimmten Einfluſs* hat (§. 116. g.).

f) Auch der *Wärmestoff* bringt bey der brenzlichen Veränderung eine beständigere Farbe hervor.

g) Sonst geben noch *gewisse Stoffe bey ihrer Vermischung bestimmte Farben*, und werden darum auf die nutzbarste Weise zu einer Menge von Farben, zu Proben versteckter Bestandtheile, zu sympathetischen Dinten, zur Reinigung u. s. w. gebraucht. Z. B. dienen das Berlinerblau, der Zinnober, das Musivgold, der cassische Purpur, die Probe mit der Galläpfel-, Fernambuck-, Lackmus- und Curcumetinctur, mit phlogisticirtem Alcali, mit Schwefelleber, flüchtigem Alcali u. d.

h) Bey *diesen Veränderungen durch Vermischung* bemerkt man *oft eine gewisse Ordnung*, sowol in dem Verhältniſs der Theile, als dem Verhältniſs der Stoffe. Von dem erstern finden wir Beyspiele beym Spiesglanzschwefel (§. 45. i. k.) und beym Arsenikschwefel (§. 108. b.); von dem letztern aber bey den bestimmten Färbungen

durch

durch Alcalien, und bey den Auflöſungen und Königen der Metalle (§. 36. c — h. §. 119.).

i) Dieſer Beſtimmtheit im Beſondern ungeachtet, *vermiſſen* wir doch *eine Beſtimmtheit der chemiſchen Farben im Allgemeinen.* Beide Verhältniſſe ſind hier nicht gefunden. Wir wiſſen weder die Art der Farbe im Allgemeinen nach der Menge der Theile zu beſtimmen, wie bey den durch Brennbares entſtandnen Farben im Streuglanz; noch können wir einen gewiſſen Grundſtoff für die Haupturſache dieſer und jener Farbe anſehen, da, wie wir bemerkt haben, ein Stoff nach den verſchiednen Verbindungen, in die er kommt, ganz entgegengeſetzte Farben hervorbringen kann (§. 242. a — d.).

§. 244.

Das Licht iſt mehr oder weniger mit der Wärme verbunden, und zeigt, wie dieſe, die Eigenſchaften einer Kraft und einer Materie.

a) Die Gegenwart des Lichtes bey dem höchſten Grade der Wärme, oder die Gluth, haben wir ſchon oben bey der Wärme betrachtet. So wie die Wärme ſehr verſchiedne Arten der Entſtehung hatte, ſo gilt dieſes auch von ihrem höchſten Grade. Aber nach dieſer Entſtehung geſellt ſich das Licht der Gluth unter ſehr verſchiednen Umſtänden zu der Wärme.

b) Das *Licht der Sonne* ſtrömt beſtändig von dieſem Weltcörper *zugleich mit der Wärme* aus, beide ſind, in Anſehung ihres Einfluſſes auf organiſche Cörper, von beſonders wohlthätiger und eigner Wirkung, die man bey den andern vermiſst; beide werden mit einander gebrochen und reflectirt, und eben darum durch dienliche Werk-

 zeuge,

zeuge, durch Brenngläſer und Brennſpiegel zu dem höchſten Grade concentrirt. Sie zeigen ſich offenbar als Kraft, aber auch nach andern Schlüſſen (§. 243. c. e. §. 246. b.) als Materie.

c) Das *Licht*, welches ſich *bey der Gluth und Flamme irdiſcher Cörper* zeigt, wird, wie das Sonnenlicht, reflectirt, und ſo *zugleich mit der Wärme* in einem Brennpuncte geſammelt, wenn man die Licht- und Wärmeſtrahlen mit einem Hohlſpiegel auffängt, und den parallelen Ausfallsſtrahlen einen andern Hohlſpiegel entgegenhält. Zur Brechung iſt die Wärme hier weniger aufgelegt.

d) Die *Electricität* zeigt ihre Wärme am merklichſten, als ſchmelzend, und entzündend, zugleich mit ihrem funkenförmigen, plötzlich entwickelten Lichte; ſie wirkt zu ſchnell und einzeln, als daſs man über ihre Brechbarkeit und Abprallung Verſuche anſtellen könnte, aber daſs ſie, im Ganzen genommen, als Kraft wirke, iſt wenigſtens durch die Zerſchmetterungen ſcheinbar, die ſie verurſacht. Ein ſanfteres Licht der Electricität, das vielleicht von dem vorigen nur ſtufenweis abweicht, läſst eben ſo wenig Funken als Wärme bemerken.

e) So giebt es auch noch mehrere Cörper, welche ſowol *Licht ohne Wärme*, als Wärme ohne Licht empfinden laſſen. Zu den erſtern gehören. auſser jenem electriſchen Lichte, das Mondlicht, der cantonſche und bononiſche Phosphor, das faule Holz, das Meerwaſſer, die Irrlichter, der ungeriebne Harnphosphor, erhitzte Oehle, manche lebende Blumen und Inſecten; ja ſelbſt das Licht der Gluth und Flamme, wenn es durch Glas hindurchgeht.

f) Um-

f) Umgekehrt zeigt ſich *Wärme ohne Licht* im Anfange des Reibens feſter Cörper, bey der Abgabe des Brennbaren im Athmen und verſchiedenen Miſchungen, bey Selbſterwärmungen brenzlicher Weſen, oder zuſammengebrachter Subſtanzen.

g) Wenn wir dieſe Unterſchiede wohl gegeneinander halten, ſo finden wir ſie nicht ſo weſentlich von einander abweichend, als ſie auf den erſten Blick erſcheinen. Vielmehr wird man auf den Gedanken gebracht, das *Leuchten* ohne fühlbare Wärme *ſey ein wirkliches Brennen*, eine Gluth, aber nur wegen der Schwäche unmerkbar für das Gefühl. So werden, was die Wärme ohne Licht (§. 244. f.) anbetrifft, die erwärmten Cörper bey Fortſetzung und Verſtärkung der Wärme zum Leuchten, zur Gluth und Flamme gebracht; der ſelbſtentzündliche Pyrophor hat eine ähnliche Miſchung, wie die blos leuchtenden Phosphore, der cantonſche und bononiſche; das leuchtende Meerwaſſer gehört vielleicht eben dazu; der Harnphosphor entflammt durch das Reiben, noch ſtärker erhitzte Oehle brechen in Flamme aus, die bloſse Wärme des thieriſchen Athems und das Leuchten der Inſecten wird durch die Feuerluft verſtärkt, welche auch von auſsen dem Brennen allein die gröſste Stärke verſchaffen kann.

h) Sogar *bey gefärbten Cörpern* kann man *eine Aehnlichkeit zwiſchen Licht und Wärme*, und eine Coexiſtenz derſelben bemerken. Die weiſse und die rothe Farbe giebt das meiſte Licht wieder zurück, die dunkeln Farben, und vorzüglich die ſchwarze, ſaugen das mehreſte ein, oder leiten es ab (§. 247. m.). Wäre nun Wärme

mit dem Lichte verbunden, ſo würde ſie derſelben Einſaugung und Zurückwerfung ausgeſetzt ſeyn, und wirklich werden, bey einerley einwirkender Wärme, weiſse Cörper weniger heiſs, als ſchwarze. Nach dieſer bekandten Thatſache iſt auch ſo unglaublich nicht, daſs es Fälle gegeben habe, wo blinde Perſonen durch ein äuſserſt erhöhtes Gefühl die Farben unterſcheiden konnten. Auch werden Cörper mit ſpiegelnden Oberflächen weniger erwärmt, als Cörper mit rauhen.

i) Da das mit der Wärme ſo oft vergeſellſchaftete Licht, eben wie jene, nur durch einen eignen Sinn, das Geſicht, bemerkt wird, wie die Wärme gleich einer Kraft zurückgeworfen wird, und, wie ein Grundſtoff, einer beſondern Verwandtſchaft fähig iſt, ja ſelbſt, wie die Wärme, zur Ausſcheidung (§. 247. b.) und Veränderung (§. 243. c — e.) gewiſſer Grundſtoffe beyträgt, auch Wärme und Licht in Cörpern von einerley Art (§. 244. g.) bald einzeln, bald verbunden erſcheinen, ſo iſt die Aehnlichkeit zwiſchen beiden Erſcheinungen ſehr groſs, und man könnte glauben, *Wärme und Licht wären blos Modificationen einer Begebenheit*, *oder Materie.*

k) Aber das Licht hat auch wieder ſeine eignen Verwandtſchaften, und wird überhaupt von den Cörpern weniger ſtark angezogen, als die Wärme; wir können daher füglich *das Licht als eine ſehr verwandte Nebenart des Wärmeſtoffs* anſehen.

l) Da das Licht eigne Wahlverwandtſchaften zu zeigen ſcheint, da es von den Phosphoren rein oder gefärbt (§. 41. e.) angezogen wird, und in ihnen wirkſam bleibt, da es wirkliche chemiſche Veränderungen bewirkt (§. 243. e.), und

bey

bey jeder chemischen Veränderung gewiss auf irgend eine Art gegenwärtig ist, und sie sogar durch die Farbe bezeichnet, so ist der eben bemerkte Gedanke, das *Licht sey ein eigner Grundstoff*, nichts weniger, als unwahrscheinlich. Vielleicht dürfte man alsdenn auch eben wie bey der Wärme eine gebundene und eine freye empfindbare Lichtmaterie, ihre allgemeine Verbreitung, und manches andre auf eine ähnliche Weise, wie bey jenem Stoffe, annehmen, und anwenden.

m) Als Materie betrachtet würde dies Licht, so wie es sich Newton vorstellte, *in Ausflüssen und Strömungen wirken*, die Elasticität würde die Ströme zum Zurückprallen, die Anhängung zur Refraction bestimmen; die Farben wären entweder, nach Newton, Grundtheile, oder aber Modificationen des gesammten ungefärbten Lichtes.

n) Euler hingegen nimmt das Licht *blos von Seiten der Kraft*. Ihm sind die Erscheinungen des Lichtes nur Erschütterungen einer angenommnen feinen Flüssigkeit, des Aethers; Schwingungen, so wie der Schall, und die Farben ihre stufenweisen Verschiedenheiten, wie dort die Töne.

o) Ohne uns in das Viele einzulassen, was über beide Meinungen gesagt werden könnte, wenn man sie mit den vorhandnen Erscheinungen vergleichen wollte; wo mehrentheils die eine so gut wie die andre passen würde; so merken wir nur an, dass die Materialität des Lichtes von uns aus Gründen vermuthet wurde, und dass eine Hauptsache bey der Wirkung des Lichtes, die *Ausstrahlung aus jedem Puncte*, und die gleichwol vorhandne Ordnung der Bilder sich mit keiner der vorigen Meinungen vollkommen verträgt.

trägt. Die Lichtbüſchel, die von jedem hellen Puncte, als wirkliche, eines Rückſtoſses fähige Kräfte, und in gröſster Nähe bey einander nach allen Seiten ausgehen, würden ſich nach allen ähnlichen Wirkungen aufs äuſserſte verwirren, oder die ſtärkern würden die ſchwächern zurückhalten. Aber nichts weniger, in geraden Linien ſieht man alle Puncte eines Gegenſtandes, ohne die geringſte Verwirrung, von allen Seiten, weder Ströme, noch Schütterungen von andrer Art, würden in einem gleichen Verhältniſs daſſelbe geſtatten; weder die Ausſtrömungen riechbarer Theile, noch die nach allen Seiten verbreiteten Schalle, geben ein paſſendes Beyſpiel, ungleich zuſammengebracht, flieſsen ſie zuſammen, und verurſachen eine vermiſchte Empfindung.

§. 245.

Die Thiere empfinden die Wirkungen des Lichtes durch ein eignes Organ, und beurtheilen darnach die Gegenſtände auf eine beſtimmte Art.

a) Ohne uns auf die ausführliche beſondre Beſchreibung des menſchlichen Auges, die hier ziemlich am unrechten Orte ſtehen würde, einzulaſſen, wollen wir das *thieriſche Sehorgan überhaupt* betrachten. Die meiſten Thiere beſitzen es, nur unter der ſonderbaren Claſſe der Gewürme ſind viele wirklich blind, jedoch nicht von allem Gefühl des Lichtes beraubt, und einige beſitzen augenähnliche ungewiſſe Puncte, andre aber wirkliche Augen. Die Hauptabtheilung der Inſecten, die ſich durch den Hautpanzer von allen übrigen unterſcheiden, und in faſt allen Organen eine Eigenheit ſehen laſſen, haben

ben gleichſam convexe durchſichtige Linſen, die auf dem breiten Ende eines Mark- oder Nervenbüſchels ſtehen, einzeln, oder dicht nebeneinander geſtellt, als Augen an ihrem Kopfe. Nur höchſt ſelten iſt ſo eine ganze Sammlung beweglich. Die übrigen regelmäſsig gebildeten Thiere, die einen Knochenbau im Innern führen, haben eine ganz andre Einrichtung. An dem Kopfe eines jeden ſtehen zwey häutige, hohle, durch angebrachte Muſkeln beweglich gemachte Kugeln. Jede iſt am vordern Theile mit einem durchſichtigen Fenſter verſehen, nicht weit davon iſt in der Höhle ein farbiger Ring, der ſich mehr oder weniger bey verſtärktem Lichte verengert, die Seitenwände der Höhle ſind ſchwarz, um die Nebenreflexe zu verhüten; dem Fenſter gegenüber breitet ſich von dem hinten angefügten Nerven eine Markhaut aus, welche die Lichtſtrahlen und Bilder, die ſich auf ihr abbilden, empfindet; damit dieſe aber auch wirklich auf die Markhaut fallen, ſo iſt die Höhle mit durchſichtigen Flüſſigkeiten ausgefüllt, wovon die mittlere eine feſtere Subſtanz, und die Geſtalt einer convexen Linſe beſitzt. Etwas ähnliche Augen findet man auch bey einigen Würmern. Uebrigens ſind die Augenkugeln der Knochenthiere noch in ſichere Höhlen gebracht, an den bequemſten Ort geſtellt, und mit Klappen und Gebrämen zur Einſchränkung des Lichtes verſehen. Man ſieht alſo, daſs *durchſichtige Brechungsmittel vor einer empfindenden Fläche* die Haupttheile des thieriſchen Auges ſind.

b) Die Gegenſtände entwerfen ihre Bilder auf der Markhaut auf dieſelbe Art, wie es durch die convexe Linſe geſchieht (§. 236. c. d.). Die

Puncte der Gegenſtände werfen Strahlenbüſchel gegen die durchſichtigen Maſſen des Auges, welche durch ſelbige, vorzüglich durch den convexen dichtern Cörper, die ſogenannte Cryſtalllinſe, wieder in Puncte convergiren, und *das Bild am deutlichſten darſtellen, wenn dieſe Puncte auf die Markhaut ſelbſt fallen können.* Dieſes letztere geſchieht gewöhnlich bey Gegenſtänden, die 8 — 10 Zoll von dem Auge entfernt liegen, ſeltner bey weitern oder nähern. Die Urſache dieſes letztern liegt wol vorzüglich in dem Baue der Augen ſelbſt. Augen, deren Cryſtalllinſe ſehr erhaben, ſehr dicht, oder von der Markhaut mehr als gewöhnlich entfernt iſt, verſammeln die Strahlen ferner Gegenſtände zu früh, vor der Markhaut, ſind *kurzſichtig*, und ſehen nur in der Nähe gut. Andre, bey denen das Gegentheil ſtattfindet, und bey denen ſich die Strahlen naher Gegenſtände erſt hinter der Markhaut ſammeln können, ſind *weitſichtig.* Ueberhaupt aber können geſunde Augen doch immer in ſehr verſchiednen Entfernungen noch deutlich ſehen. und manche ſehen in der Nähe ſo deutlich, wie in der Ferne. Im Auge ſelbſt müſſen alſo gewiſſe Kräfte liegen, die jedesmal nach dem Bedürfniſs die innern Umſtände ſo verändern, daſs ein deutliches Bild entſteht.

c) Die entfernten Gegenſtände erſcheinen im Verhältniſs kleiner, als in der Nähe, oder ſie erſcheinen eben ſo groſs, als ungleich kleinere, aber nähere Cörper. Eine Vorſtellung dieſer Erſcheinung findet man in dem *Sehewinkel.* Je gröſser der Winkel iſt, den man ſich von den Rändern oder Enden eines Gegenſtandes nach dem Auge zu denken kann, um ſo gröſser erſcheint

ſcheint derſelbe; in weiterer Entfernung wird dieſer Winkel ſpitziger, und der Gegenſtand kleiner. Ein groſser Gegenſtand in der Ferne kann genau denſelben Winkel bilden, wie ein kleiner Gegenſtand in der Nähe, und denn erſcheinen beide gleichgroſs. Wird der Sehewinkel zu klein, ſo können erleuchtete Cörper unſichtbar werden, aber ſelbſtleuchtende verliehren ſich nicht ſo leicht. Jenes Verſchwinden erleuchteter Cörper erfolgt, wenn der Sehewinkel weniger beträgt als eine Minute, oder $\frac{1}{60}$ eines Grades, deren 90 auf einen Viertelsbogen gehen. Wegen der Kleinheit der Sehewinkel beurtheilen wir manche Cörper nicht vollkommen richtig. Eckige Cörper ſcheinen in der Ferne geradrandig, ungleiche eben, und feine Abweichungen der Linien ſind dem bloſsen Auge unbemerkbar; ein gleichweiter Gang wird in der Ferne enger, und gleichförmig ausgetheilte Cörper ſtehen einander näher; der Zeiger einer Taſchenuhr ſcheint zu ruhen; ob er gleich in beſtändiger Bewegung iſt.

d) Die *Bilder* der Gegenſtände *fallen wirklich*, wie bey einem convexen Glaſe, *verkehrt auf die Markhaut*, aber man ſieht ſie aufrecht; *zwey Augen ſehen* den Gegenſtand *einfach*, ja ſie ſehen ihn ſo ſelbſt durch zwey verſchiedne Sehröhren. Beide Erſcheinungen müſſen ihren Grund in der Natur der Empfindungsorgane haben, wenn nicht das erſtere auf einer Gewohnheit beruht, die vielleicht ſchon bey der erſten dunkeln Entwicklung des Beurtheilens ihre Vollkommenheit erhält. Sonſt folgt es auch nicht, daſs man das umgekehrte Bild auf der Markhaut auch ſo empfinden müſſe, ſo wenig als beym Schall, Geruch

und

und Geſchmack das doppelte des Empfindungsorgans auch eine doppelte Empfindung hervorbringt.

e) Das *Urtheil über die Gegenſtände aus dem Geſicht iſt eine Sache der Gewohnheit*, und der Uebung, die Eindrücke andrer Sinne, die zugleich erfolgten, ſich bey ähnlichen Bildern wieder zu erinnern. Man wird oft aus dem bloſsen Anſehen eines Cörpers wiſſen, wie er ſich anfühlen läſst, wie er riecht, ſchmeckt u. ſ. w., ja man wird manche innere Eigenſchaften und Verhältniſſe vorausſagen können, wenn man das Geſicht bey gewiſſen Cörperarten ſehr geübt hat. Aus dem Gefühl wird vorzüglich der cörperliche Umfang eines Cörpers erkannt, ſeine zugleich vorhandne Erleuchtung wird gemerkt, und, wenn ſie wieder vorkommt, rückwärts, und zwar richtig, auf den noch ungefühlten Umfang geſchloſſen. So entſteht auch die Beurtheilung der Entfernung aus dem Bilde, das Cörper in verſchiednen Nähen zeigen, und aus der bekandten Gröſse des entfernten Cörpers; ſo wie umgekehrt die Beurtheilung der unbekandten Gröſse aus der durch nebenſtehende Cörper bekandten Entfernung.

§. 246.

Das Sehen kann durch Hülfe der Brechung und Zurückprallung der Lichtſtrahlen beſonders abgeändert werden.

a) Wenn Cörper durch ſtärkere Brechungsmittel, zu denen das Glas die ſchicklichſte Maſſe iſt. geſehen werden, ſo kommt es theils darauf an, unter welchem Sehewinkel ſich das auf der Oberfläche des Glaſes an der Ausgangsſeite, oder

noch

noch weiter davon ab dem Auge darſtellt, und wie die Neigung der ausgehenden Strahlen beſchaffen iſt, um nachher im Auge ſelbſt zum Bilde auf der Markhaut gebrochen zu werden. Bey einem *Planglaſe* gehen die Strahlen parallel durch, und eben ſo heraus, ihre Brechbarkeit wird alſo die nämliche ſeyn, als wenn ſie vom Gegenſtande ſelbſt kämen; iſt das Glas aber dick, ſo wird der Sehewinkel auf die Ausgangspuncte, wo der Gegenſtand erſcheint, gröſser ſeyn, als auf den wahren Ort des Gegenſtandes, wo er liegt.

b) Sieht man durch ein erhabnes Glas, ſo kommt es auf die Entfernung des Auges an, um die Fälle zu beſtimmen; ſie beziehen ſich aber alle auf die ſchon bekandten Geſetze der Brechung. *Vor dem Brennpuncte* gehn die convergirenden Strahlenkegel des Bildes noch in derſelben Lage, wie vor dem Glaſe, von dem Bilde ſelbſt. Der obere Theil des Gegenſtandes iſt noch beym Ausgange der Strahlen oben. Der Unterſchied liegt nur darin, daſs die Strahlen vom Glaſe unter einem gröſsern Winkel gegen das Auge kommen, als vom Gegenſtande würde geſchehen ſeyn, er erſcheint alſo gröſser. Noch ſind die Strahlenbüſchel nicht in Puncte vereinigt, dieſes geſchieht erſt hinter der Cryſtalllinſe auf der Markhaut, wo ſich das Bild formirt. Aber da die Strahlen ſchon convergiren, ſo wird die Sammlung auf der Markhaut früher geſchehen, und darum bedienen ſich weitſichtige der erhobenen Gläſer oder *Brillen*. Befindet ſich *das Auge im Brennpuncte* ſelbſt, ſo ſieht es vom Gegenſtande nichts. Die Strahlen würden nun im Auge divergiren, und kein Bild entwerfen.

werfen. Kommt *das Auge weiter hinter dem Brennpuncte* zu ſtehen, ſo divergiren die Strahlen gegen das Auge, aber da der convergirende Strahlenbüſchel von oben jetzt unten divergirt, und der von unten nach oben geht, ſo folgt nicht nur, daſs der Gegenſtand umgekehrt erſcheinen, ſondern auch daſs man ihn kleiner ſehen müſſe, als er iſt, da man ihn nicht mehr unter einem ſtumpfen Winkel, wie vor dem Brennpuncte, ſondern ſogar unter einem ſpitzigern, als in der Natur, erblickt, indem man nun das Bildchen ſieht, das von den im Puncte vereinigten Strahlenbüſcheln formirt wird.

c) Die letztere Erſcheinung läſst uns noch zwey Bemerkungen machen. Die Formirung des Bildes hinter dem convexen Glaſe, deren auch ſchon oben gedacht wurde (§. 236. d.), geſchieht erſt, nachdem *ſich die convergirenden Strahlenbüſchel bereits ſelbſt durchkreuzt* haben, aber immer ſo, daſs der Raum, den die Convergenzpuncte zwiſchen ſich einſchlieſsen, mit der Entfernung des Gegenſtandes und der Gröſse des Glaſes im Verhältniſs ſtehen. Bey weit entfernten Gegenſtänden wird die Entfernung der Deutlichkeit des Bildes verändert, wie ſchon geſagt worden, aber das umgekehrte Bild wird bey näheren Gegenſtänden gröſser, je näher ſie dem Brennpuncte rücken. Daſs man *das ideale Bild* der Convergenzpuncte klein und umgekehrt, *als einen wirklichen Gegenſtand*, und in gröſsern Entfernungen immer kleiner ſieht, iſt eben ſo merkwürdig, als die Erſcheinung eines ſchwebenden Bildes vor dem Hohlſpiegel (§. 238. f.). Denn wenn man gleich das durchſichtige Glas vor ſich hat, ſo ſieht man nichts mehr, weder

vom

vom wahren Gegenſtande, noch von ſeiner Vergröſserung vor dem Brennpuncte.

d) Beym *hohlen Glaſe* geſchieht gerade umgekehrt, was wir von dem Sehen durch das convexe vor dem Brennpuncte bemerkten; die Strahlenbüſchel des Gegenſtandes divergiren beym Ausgange noch mehr. Dadurch wird der Sehewinkel des Auges gegen die auf daſſelbe gebrochnen Strahlen ſpitziger, als gegen das Object ſelbſt, es *erſcheint kleiner* und ſchärfer; die divergirend ausgehenden Strahlen müſſen ſich ſpäter hinter der Cryſtalllinſe ſammeln (§. 235. k.), und daher werden die *Hohlgläſer den Kurzſichtigen nützlich* (§. 246. b.).

e) Auch bey den *Spiegeln* werden die von ihnen zurückgeworfnen Strahlen geſehen, die von einem Gegenſtande auf den Spiegel, und von dieſem auf das Auge geworfen wurden. Fallen die divergirenden Strahlen zweyer Endpuncte eines Gegenſtandes auf einen Planſpiegel, ſo müſſen ſie beym Ausfall gegen das Auge noch mehr divergiren. Sie bilden alſo gleichſam *gebrochne Strahlenbüſchel*, wovon die Spitzen an den Endpuncten, die gebrochne Mitte auf dem Spiegel, der breiteſte Theil am Auge beſindlich iſt. Verlängerte man die vom Spiegel zum Auge gehenden Strahlen eines Büſchels hinter dem Spiegel, ſo würden ſie daſelbſt *in einem Puncte zuſammengehen*, welcher *eben ſo weit hinter dem Spiegel wäre, als der Gegenſtand vor demſelben*, und in dieſem Puncte ſieht das Auge den wirklichen Punct, der die Strahlen von ſich gab. Es ſcheint, als wenn die Reflexion der Strahlen hier blos die Stelle des Bildes, wegen der ausfallenden ins Auge kommenden Strahlen,

aber

aber nicht die Darstellung der Entfernung änderte, da der Gegenstand eben so fern erscheint, als wenn der Strahlenbüschel angebrochen wäre. Wie bey den Convergenzen durch Gläser, müssen nun die mehrern Puncte des Gegenstandes eben so im Spiegel, wie in der Wirklichkeit, sich gegeneinander verhalten, und das Bild richtig dargestellt werden. Stellt man *zwey Planspiegel gegen einander*, in einen Winkel geneigt, und zwischen sie einen Gegenstand, so wird derselbe um so mehr vervielfältigt erscheinen, je spitziger der Winkel ist, indem nun immer leichter das Bild aus einem Spiegel ins Auge und in den andern, hierauf ins Auge und in den ersten Spiegel u. s. w. kommen kann. *Vieleckige* prismatische oder pyramidale *Planspiegel* werden einen naheliegenden Gegenstand zertheilt darstellen, indem jede Fläche nur einen Theil desselben fassen und zurückwerfen kann. Umgekehrt kann man zertheilte Bilder zeichnen und sie nun durch solche Spiegel vereinigen.

f) *Krumme Spiegel* bilden die Gegenstände nach den nämlichen Regeln ab, wie die geraden; aber, natürlich, mit einem andern Erfolge. Die Strahlenbüschel, welche auf einen *erhabnen Kugelspiegel* fallen, müssen beym Zurückprallen sehr von einander abweichen, stumpfere Winkel bilden, als die einfallenden Strahlen, nicht weit hinter dem Spiegel vereinigt werden, und den Gegenstand kleiner darstellen, als er ist. Diese Convergenzpuncte befinden sich nie weiter hinter dem Spiegel, als um den vierten Theil des Durchmessers; das Bild wird kleiner, je kleiner die Kugel des Spiegels, und je entfernter der Gegenstand ist, aber immer steht es in gleicher

Lage

Lage mit demſelben, und nicht umgekehrt. Bey einem *Hohlſpiegel* erfolgt dieſes nur, wenn der Gegenſtand zwiſchen dem Brennpunct und dem Spiegel ſteht, auch iſt das Bild gröſser, als der Gegenſtand, ja es nimmt wegen der immer mehr gegen das Auge convergirenden Strahlen an Gröſse zu, je näher es dem Spiegel kommt. Im Brennpuncte kann der Hohlſpiegel kein Bild formiren, da er alle empfangne Strahlen parallel, und zum Zuſammengehen in Puncte ganz ungeſchickt, zurückwirft. Befindet ſich aber der Gegenſtand auſserhalb dem Brennpuncte, ſo wird der Gegenſtand kleiner und verkehrt abgebildet; ein Fall, der mit den Erſcheinungen bey convexen Gläſern viel Aehnliches hat.

g) *Gekrümmte Spiegelflächen*, ſie mögen hohl oder erhaben ſeyn, ſind, wenn ſie *eine Walzen*- oder *Kegelgeſtalt haben*, der Länge nach wie Planſpiegel, der Queere nach wie gekrümmte anzuſehen. Der Länge nach zeigen ſie, wie Planſpiegel, das rechte Verhältniſs des Gegenſtandes, aber zu beiden Seiten der Linie, auf welche das Auge vertical hinblickt, nimmt die Krümmung der Fläche und die Veränderung des Bildes zu. Auch für ſie hat man eigne Bilder, wie für die vieleckigen Spiegel.

h) Für ſehr entfernte Gegenſtände wird der Sehwinkel bey einzelnen Brillen und Hohlgläſern doch zu klein, als daſs ſie deutlich durch ſelbige könnten geſehen werden. Man bedient ſich alſo mehrerer hintereinander geſetzter Gläſer, welche meiſt in Röhren gefaſst ſind, um ſie nach dem Bedürfniſſe der Augen (§. 244. b.) einander nähern, oder von ſich entfernen zu können. Dieſe Werkzeuge heiſsen *Fernröhre*, oder Teleſco-

lefcope, und man hat von ihnen vorzüglich zwey Einrichtungen. Das ältere, *holländifche* oder *galiläifche*, weil es fowol in Holland, als von Galiläi erfunden wurde, befteht aus einem convexen Objectivglafe nach dem Gegenftande zu, und aus einem concaven Ocularglafe, wodurch man fieht. Die von den entfernten Dingen faft parallel (§. 231. f.) ankommenden Strahlen werden durch die convexe Linfe concentrirt, aber die Einrichtung ift fo, dafs die Strahlen vor ihrer Concentration das Ocular antreffen, in deffen Brennpuncte fie fich würden vereinigt haben. Durch diefes Ocular werden fie aber wieder parallel, und die Gegenftände aufrecht und deutlich gefehen.

Bey dem *Keplerfchen Sternrohr* find beide Gläfer convex, und das Ocular fieht nicht den Gegenftand, fondern fein ideales (§. 245. b. c.) in der Luft fchwebendes und umgekehrtes Bild, das durch die Brechung im Objective entftand. Wenn man diefe Einrichtung verdoppelt, und vor jenem noch eine Röhre mit zwey Gläfern anbringt, fo hat man das *Erdrohr*, jene Umkehrung wird darin durch eine neue aufgehoben, und man fieht die Gegenftände aufrecht. Die Oculargläfer dienen hier zur Vergröfserung des durch die Objective nahe gebrachten Bildes.

i) Auf eine ähnliche Weife, wie die letztere ift, hat man auch den Sehewinkel für nahe, aber äufserft zarte Gegenftände, nur auf eine umgekehrte Art, vergröfsert. Schon durch einzelne fehr kleine convexe Linfen ift man vermögend den Sehewinkel für zarte Gegenftände zu vergröfsern, aber diefes nimmt zu, je kleiner die Linfen find. Diefe müffen theils gefafst werden, theils

theils zeigt nur die Mitte des Gläschens deutlich, und das Sehfeld, oder der deutlich zu überſehende Platz, wird dadurch ſehr beſchränkt. Anſtatt dieſer einfachen *Microſcope* oder *Vergröſserungsgläſer* hat man zuſammengeſetzte zur Vergröſserung des Sehfeldes erfunden, die in gewiſſer Rückſicht umgekehrte Fernröhre von der letztern Art ſind, wo das durch das kleine Objectiv ſchon vergröſserte ideale Bild von dem gröſsern Ocular aufgefangen, und noch mehr ausgebreitet wird. Wegen dieſer Ausbreitung kann man ſich ſchon ſolcher Objective bedienen, die mehr auf einmal überſehen laſſen. Bey einfachen und zuſammengeſetzten Microſcopen werden durchſichtige Gegenſtände mit einem durch ſie gehenden Lichte, undurchſichtige mit einem auf ſie fallenden, zu groſser Deutlichkeit, mit dazu ſchicklichen Spiegeln erleuchtet. Die zuſammengeſetzten Microſcope beſtehen auch wol, ſo wie das Erdrohr, aus mehrern Gläſern, und zeigen alsdenn nicht umgekehrt; bey beiden Inſtrumenten bringt man an der Stelle, wo das ideale Bild hinfällt, in der Röhre ein Fadenkreuz, oder Fadennetze, als Micrometer an, um die Verhältniſſe des Bildes zu beurtheilen.

k) Beide Werkzeuge, das Fernrohr und das zuſammengeſetzte Microſcop, haben indeſs die Unvollkommenheit; daſs ihre Gläſer *die farbigen Strahlen der Gegenſtände* (§. 241. g.) *nicht gleichförmig* bey Entwerfung des Bildes *ſammeln.* Bey den Fernröhren hat man, um dieſes zu vermeiden, zuerſt ſtatt des Objectivglaſes einen Hohlſpiegel gebraucht, um die Strahlen des Gegenſtandes zu ſammeln, dieſe wieder auf einen kleinern vermittelnden, ebenen, concaven,

 oder

oder convexen Spiegel, und durch diesen auf das vergröſsernde Ocular geleitet. Diese *Spiegeltelescope* haben zwar das Gute, daſs ihre metallenen Spiegel keine Farben besonders brechen, aber das Ueble, daſs sie in der Luft auf ihrer Oberfläche leiden, und nicht vollkommen deutlich zeigen. Unter den weiſsen, hierzu schicklichen Metallen, dürfte, wegen ihrer Ausdauer, die Platina das vorzüglichste seyn.

1) Späterhin ist man auf eine noch glücklichere Verbesserung jenes Fehlers gekommen, indem man immer zwey *Glasmassen* in ein Objectiv zusammenfügte, welche *von verschiedner Dichtigkeit und Brechungskraft* waren. Dieses wurde dadurch bewirkt, daſs man der einen Masse (Flintglas) durch Zusatz von Bleyglas eine gröſsere Brechungskraft verlieh. So wird durch eine Masse das farbige Licht wieder vereinigt, welches die andre trennte. Man nennt diese Fernröhre *achromatische*, oder farbenlose, auch von Dolland, der diese Verbesserung bezweifelte, sie aber nachher selbst zur Ausführung brachte, *dollondsche*. Euler aber ist der Erfinder, der aus Theorie die Verbesserung vorschlug. Auch bey Microscopen hat man sie angewendet.

§. 247.

Auſser der bemerkten Empfindung des Sehens wirkt auch das Licht noch auf die organische und unorganische Natur.

a) Die *Thiere*, selbst die augenlosen, *scheinen eine besonders angenehme Empfindung vom Lichte zu haben*, und, im Gegensatz der Finsterniſs, durch

das-

daſſelbe in Thätigkeit und Freude geſetzt zu werden. So ſind verſchiedne augenloſe Gewürme offenbar bey hellem Lichte muntrer, und die Polypen ziehen ſich nach der Lichtſeite hin; eine einbrechende Sonnenfinſterniſs verſetzt die thieriſche Natur in ein banges Erſchrecken.

b) Die *Pflanzen* bedürfen der Einwirkung des Lichtes gar ſehr. *In der Dunkelheit verderben die meiſten* und vollkommneren Gewächſe, ihre *Farben bleiben unentwickelt*, und ihr *Athmungsgeſchäffte wird unterbrochen.* Iſt ihnen nur ein kleiner Zugang des Lichtes übrig, oder kommt es nur von einer Seite, ſo neigen ſie ſich offenbar in ihrem Wachsthume dahin, die meiſten Blätter kehren ihre obere Fläche dem Lichte zu, und die obere Abſtumpfung der ſaftigen Warzendiſtel (Cactus mammillaris), die keine Blätter hat, neigt ſich in wenigen Tagen in der Sonne mehr gegen das Licht. Je ſtärker das Sonnenlicht, nicht die Wärme (§. 4. a. b.), auf die grünen Pflanzentheile wird, um ſo ſtärker geſchieht auf ihnen die Anſammlung von Feuerluft, welche ein Hauptgeſchäffte des Pflanzenlebens, und nach mehrern Gründen (§. 8.) nichts andres, als ihre Einathmung iſt.

c) Die *Farben* werden *in beiden organiſchen Reichen* durch den ſtärkern Einfluſs des Lichtes bey dem Leben der Geſchöpfe *verſtärkt* und verſchönert. Daſs nicht die Sonnenwärme an der ſchönern Färbung indianiſcher Thiere und Pflanzen Urſache ſey, zeigen uns mehrere nordiſche Muſcheln und Fiſche, die, bey ihrem Unvermögen, die untere Seite nach oben zu kehren, unten gar nicht, oder weit ſchlechter gefärbt ſind.

d) Manche *Lufterfcheinungen*, die nicht von der bloſsen Anhängung und Auflöſung abhingen, ſondern ſich auch durch ein Licht auszeichneten, haben wir bey der Wärme bemerkt, und andre gehören offenbar zur Electricität. Doch giebt es einige, die, wenn die Farben und das Licht blos durch Schwingungen hervorgebracht würden, nur als Bewegungen auf unſer Geſicht eine Beziehung hätten, hingegen, bey zugeſtandner Materialität des Lichtes, eine wirkliche Veränderung und Abſcheidung in dem Luftraume ſeyn müſsten. Dieſe blos leuchtenden Lufterſcheinungen hängen von den ſelbſtleuchtenden Weltcörpern, und ihrem Stande gegen die Theile des Luftraumes, und gegen das Auge ab. Die eine Art dieſer Erſcheinungen ſind die *weiſsen oder gefärbten Bogen*, welche ſich um die leuchtenden Cörper, oder um den Standpunct des Auges zeigen. Zu den letztern gehört der ſogenannte gefärbte Regenbogen, ein andrer gefärbter, der ſich in Eiscryſtallen zeigt, die in der Luft ſchweben, und der weiſse Nebelbogen. Der Bogen des Regens und der des Nebels ſtehen der Sonne oder dem Monde gegenüber, und zeigen ſich nur zum Theil, den Eisbogen aber ſah ich bey ſtrenger Kälte ganz und über dem Scheitel. Bey einer ähnlichen Temperatur, und öfterer in den nordiſchen Gegenden, zeigen ſich mehrere Bogen zugleich, die einander durchſchneiden, und daſelbſt wegen der hellern Flecke, die daraus entſtehen, Gelegenheit zur Benennung von Nebenſonnen geben. Die weiſsen Mondshöfe, die den Mond wie ein Kreis umgeben, und die Mondskronen, die ſeine Fläche farbig überziehen, gehören mehr zu der er-

ſtern

ſtern Art dieſer Erſcheinungen, welche den leuchtenden Cörper zum Mittelpuncte haben.

Alle dieſe Bogen haben *ihren erſten Grund in der Subſtanz und Lage der in der Luft befindlichen und das Licht brechenden Theile*, und es hängt davon ab, ob, und unter welchem Winkel ſie das ganze oder das farbige Licht brechen und reflectiren können. Gedenken wir uns nun einen ſolchen Winkel, ſo wird er von dem Auge aus nach allen Seiten in demſelben Verhältniſſe gegen den leuchtenden Cörper möglich ſeyn, und daher auch die Darſtellung eines Bogens entſtehen. Bey den in gewiſſer Ordnung folgenden Brechungen der Farben wird der Fall der nämliche ſeyn. Sind die brechenden Theile nahe, ſo wird ſich der Bogen mit dem Standpuncte des Auges verändern, weniger wird es geſchehen, und der leuchtende Cörper mehr im Mittelpuncte bleiben, wenn ſie entfernt ſind. Die für unſre Behandlung ohnehin zu mathematiſche Erklärung des Regenbogens habe ich auch um deswillen übergangen, weil es mir ſcheint, als wenn die Erſcheinung farbiger Bogen unter zu vielen Umſtänden vorkäme, die ſich ſchwerlich auf eine eben ſo genaue Rechnung werden zurückführen laſſen.

Die *ausgebreitete Morgen- und Abendröthe*, die die Erde wie ein Ring zu umgeben ſcheint, und den Mond bey ſeiner Verfinſterung färbt, und das *zugeſpitzte* helle *Zodiacallicht*, das ſich im Frühjahr und Herbſt im Thierkreiſe zeigt, hängen wol beide auch von dem Stande der Sonne und der Beſchaffenheit der Atmoſphäre ab.

e) Die *Farben der unorganischen Cörper und der ihres Lebens beraubten organischen werden sehr ungleich von dem Lichte verändert.* Die meisten werden ausgebleicht, aber das Hornsilber, und manche frische Holzbreter zeigen auch im Gegentheile offenbar in der nämlichen Abstufung eine dunklere Farbe, in welcher sie stärker von dem Lichte getroffen wurden.

Merkwürdigkeiten des Capitels.

1) Finsterniss §. 229. a). §. 230. d).
2) Dämmerung §. 229. b).
3) Selbstleuchtende Cörper §. 229. f. g).
4) Geschwindigkeit des Lichtes §. 229. h). Feinheit §. 231. e). Elasticität §. 237. l).
5) Schatten §. 230. a. d. e. f). §. 231. c). §. 240. a — d).
6) Selbstständiges, durch Strahlen entworfnes umgekehrtes Bild §. 231. d). §. 236. 239. f). §. 245. b. d). §. 246. c. g — i).
7) Vorhandne Richtungen der Strahlen §. 231. f). §. 235. m).
8) Schwächung des Lichtes §. 231. g). §. 233. c. f).
9) Inflexion des Lichtes §. 232. b). §. 233. g). §. 241. p).
10) Unveränderlichkeit des verticalen Strahls §. 232. d). §. 234. a). §. 235. d). §. 238. a). §. 239. b).
11) Allgemeine Regeln der Brechung des Lichtes §. 232. e — g).
12) Verhältnisse der Brechung bey verschiednen Cörpern §. 232. h. i). §. 233. d).
13) Wahlverwandtschaft des Lichtes §. 233. e).

14) Brechung paralleler gerader Strahlen §. 234. a). §. 235. e).
15) Brechung paralleler ſchiefer Strahlen §. 234. b). §. 235. l).
16) Brechung convergirender Strahlen §. 234. c). §. 235. i).
17) Brechung divergirender Strahlen §. 234. c). §. 235. k).
18) Vieleckige Gläſer und Spiegel §. 234. e). §. 238. f).
19) Optiſche Linſen §. 235. b).
20) Brennpunct, wahrer, der Gläſer und Spiegel §. 235. f. g). §. 239. d).
21) Brennpunct, eingebildeter, bey Gläſern und Spiegeln §. 235. h). §. 239. c).
22) Allgemeine Regeln der Zurückprallung des Lichtes §. 237. f. g).
23) Sichtbarkeit der Gegenſtände §. 229. d. e). §. 231. d). §. 237. e. h). §. 240.
24) Rückprallung paralleler gerader Strahlen §. 238. a). §. 239. c).
25) Rückprallung paralleler ſchiefer Strahlen §. 238. b).
26) Rückprallung convergirender Strahlen §. 238. c). §. 239. h).
27) Rückprallung divergirender Strahlen §. 238. c). §. 239. e. f. g).
28) Ungleiche Strahlenvereinigung bey Gläſern und Spiegeln §. 235. g). §. 239. c). §. 241. g).
29) Aehnlichkeit und Unähnlichkeit zwiſchen den Mahlerfarben, und denen, die das Priſma hervorbringt §. 241. l. n).
30) Theorien über das Weſen des Lichtes §. 241. k). §. 244. m. n. o).

31) Farbige Cörper §. 241. m). §. 244. h).
32) Regenbogenfarben §. 241. a). §. 242. a — e). §. 247. d).
33) Materialität des Lichtes §. 233. e). §. 241. k). §. 243. e). §. 244. k. l).
34) Unbeſtimmtheit der Urſache der Farben §. 243. i).
35) Verſchiedne Arten des Lichtes §. 244. a — d).
36) Aehnlichkeit der Wärme und des Lichtes §. 244. g. i).
37) Augen der Thiere §. 245. a).
38) Kurzſichtige, weitſichtige §. 245. b. §. 246. b. d).
39) Fernröhre §. 246. h. k. l).
40) Microſcope §. 246. i. l).
41) Regenbogen, Morgen- und Abendröthe, Zodiacallicht §. 247. d).



XXVIII.

Electricität.

Inhalt.

Anziehen und andre Erscheinungen, die mehr oder weniger zusammen bey der Electricität vorkommen (§. 248.), Mittheilung der Electricität (§. 249.), und Abstoſsen electrischwirkender Cörper (§. 250.); das electrische Licht (§. 251.); Anziehen electrischwirkender Cörper und doppelte Art der electrischen Wirkung (§. 252.), die Entstehung dieser Verschiedenheit (§. 253.), ihr Beysammenseyn in einem Cörper (§. 254.), ihre Verstärkung der Electricität bey der electrischen Ladung (§. 255.), die Wirkung der letztern als electrisches Feuer (§. 256.) und Strom (§. 257.); die Verstärkung der Electricität im Electrophor (§. 258.); atmosphärische (§. 259.) und organische Electricität (§. 260.).

---

§. 248.

Gewisse Cörper ziehen, jedoch unter besondern Umständen, und manchen Nebenerscheinungen, weit deutlicher und in gröſsern Entfernungen, als bey der Anhängung, andere Cörper an.

a) Reibt man eine Stange Siegellack, oder eine trockne Glasröhre mit der Hand, und nähert diese geriebenen Massen leichten und kleinen Cörpern, als Papierschnitzchen, Kleyen, Sand u. s. w., so werden diese letztern in einer merklichen Entfernung von ihnen angezogen, fliegen auf sie zu, und bleiben meist an ihnen hängen.

gen. Leichtes Holz auf dem Waſſer ſchwimmend, als eine bewegliche Nadel auf einer Spitze vibrirend, oder an Fäden aufgehängt, wird eben ſo angezogen.

b) Bringt man aber jenes Glas und Siegellack, gerieben, in eine eben ſo groſse Beweglichkeit, als in den letztern Fällen das Holz, ſo werden ſie *eben ſo von den andern Cörpern angezogen, als dieſe vorher von ihnen.* Man nennt dieſes Anziehen, das noch durch eine Menge von Fällen genauer bezeichnet wird, das electriſche Anziehen, und es iſt eine Hauptwirkung der *Electricität*, deren Kenntniſs wir nach und nach ſammeln wollen.

c) Unter den bekandten, aus Grundſtoffen zuſammengeſetzten Cörpern hat man dieſe Verſchiedenheit, die erſt unten näher beſtimmt werden kann, durch Verſuche gefunden, und bemerkt, daſs einige durch gewiſſe Umſtände die Kraft erhalten, andre anzuziehen; letztere hingegen, auf ähnliche Weiſe behandelt, nicht in die nämliche Wirkung geſetzt werden. Zu den erſtern, oder *urſprünglich electriſchen*, gehören: *Theile von Thieren*, als Knochen, Zähne, Muſchelſchaalen, Häute, Sennen, Nerven, Horn, Haare, Federn, Seide; *Theile von Gewächſen*, ebenfalls, wenn ſie trocken genug ſind, als Hölzer, Faſern, Baumwolle, und Laub. Tuch und Papier ſind mit zu den vorigen zu rechnen. Unter den Mineralien und Säften ſind electriſch *brennbare Weſen*, als Schwefel; Bernſtein, Copal; Pech, Terpenthin, Colophonium, Gummilack, Maſtix, Sandarak u. ſ. w.; Steinkohle, Gagat, Kohle, Kienruſs; Talg, Schmeer, Wachs, Oehl, Schocolade, und Zucker. Ferner ſind es die künſt-

künſtlichen und natürlichen *Gläſer:* Glas, Porzellan, Edelſteine und andre glasartige Mineralcörper: *Salze:* Steinſalz und Alaun; *erdige Cörper:* Gypsſteine, Belemniten, Isländiſcher Cryſtall, Talkſtein, Metallkalke, Thier- und Pflanzenaſche. Selbſt das *Eis* iſt urſprünglich electriſch, und daſs es die *Luft* ſey, davon werden wir überzeugende Beweiſe erhalten (§. 248. i. 249. d. 250. i.).

d) Die einer Anziehung unterworfnen, aber *nicht ſelbſt das Anziehen bewirkenden* Cörper, oder die *unelectriſchen*, ſind, aller Einwendungen ungeachtet, vorzüglich die *Metalle* und das *Waſſer.* Jemehr ein urſprünglich electriſcher Cörper mit ihnen vermiſcht iſt, um ſo weniger wird er ſeine anziehende Kraft äuſsern können. Feuchte Haare und beduftetes Glas dienen zur Beſtätigung. Harze ziehen die Feuchtigkeit weniger an, und bleiben vollkommner electriſch. Auch aus andern Gründen wird erhellen (§. 249. b. d.), daſs beide Maſſen die vollkommenſten unelectriſchen Cörper ſind.

e) Gleichwol wird es auffallend ſeyn, wenn wir uns erinnern, daſs die oben vom Siegellack und Glaſe angezognen Cörper unter den urſprünglich electriſchen angeführt werden, und es *ſcheint, als wenn die Begriffe* dadurch *vermengt würden.* Einſtweilen können wir dagegen nur bemerken, daſs einige dieſer Cörper, wie das Holz, erſt durch ſtarkes Trocknen und Erwärmen zu vollkommneren electriſchen werden; daſs ſelbſt electriſche, wenn ſie gegen den wirkenden Cörper und die Stärke ſeiner Wirkung einen ſehr unbeträchtlichen Umfang haben, einer Anziehung unterworfen ſind; und daſs endlich auch

gegen

gegen einerley wirkenden Cörper, zwey andre unter sich gleich grosse; ein ungleiches Verhältniss zeigen, und der electrische von ihnen wegen seiner Grösse schon nicht mehr gezogen wird, wenn dieses bey dem unelectrischen gleich noch der Fall ist. Umändrungen der ursprünglich electrischen zu unelectrischen werden anderswo vorkommen (§. 249. d.), und eben so werden durch blosse Veränderung der Temperatur die Metalle beym Schmelzen, und das Wasser beym Gefrieren zu electrischen Cörpern.

f) Die Umstände, unter denen electrische Cörper in Wirkung gesetzt werden, sind sehr verschieden, doch haben sie immer viel Aehnliches mit denen, unter welchen sich die Wärme entwickelt. Bey festen Massen ist das *Reiben* mit andern festen Dingen die gewöhnlichste Art, die anziehende Kraft wirksam zu machen. So reibt man das Glas mit der Hand, mit Leder, mit Goldpapier, Musivgold, Amalgama, u. d., das Harz und Siegellack mit Thierpelzen, oder auch mit laufendem Queckfilber. Durch eine mässige *Erwärmung* wird nicht nur die Electricität nach dem Reiben stärker, sondern zuweilen zeigt sie sich dadurch auch schon ohne dasselbe. So wie sie sich bey zu starker Erwärmung (§. 249. d.) verliehren kann, so kommt sie bey verschiednen Cörpern, als dem Schwefel, dem Wachs, der Schocolade, erst dann zum Vorschein, wenn sie nach dem Schmelzen *erkalten*. Auch die Kohlen geben Spuren von Electricität, wenn sie isolirt (§. 249. b.), und mit Anzeigern verbunden (§. 250. d.), abgelöscht werden. Selbst das Schlagen und Blasen bringt manche Cörper zur Wirksamkeit.

g) Man

g) Man kann zwar ſchon durch einfaches Reiben einer electriſchen Stange eine beträchtliche Electricität hervorbringen, aber, um lange damit Verſuche anzuſtellen, iſt es nicht nur zu beſchwerlich, ſondern auch, wenn man keinen Gehülfen hätte, zur Behandlung andrer Verrichtungen hinderlich. Um die Beſchwerde zu erleichtern, und zugleich eine ſtärkere Wirkung hervorzubringen, hat man ſich zur Bewegung des electriſchen Cörpers, ſeltner des Reibers, einer mechaniſchen Hülfe bedient. Bey einem ſeidnen, mit Siegellack überzognen, oder lackirten Bande braucht man wol ein Fell, das um das Band in die Queere herumgeht, und das man der Länge nach an ihm auf und ab bewegt. Sonſt aber wird der electriſche Cörper gewöhnlich um ſeine Axe gedreht, und ſeine Oberfläche an dem feſtſtehenden, ſchicklich angebrachten, meiſt küſſenförmigen Reiber fortbewegt. Es geſchieht jene Axenbewegung gewöhnlich mit einer Kurbel, die auch wol mit Rad und Getriebe verſehen iſt; am bequemſten aber durch ein Schwungrad, das mit den Füſsen getreten wird, die Schnelligkeit des Umtriebes nebſt der Kraft ſehr vermehrt, und einem einzelnen Experimentator noch die Hände zur Behandlung der übrigen Dinge freyläſst. Iſt der electriſche Cörper ſcheibenförmig, ſo müſſen ihn die flachen Reiber einander gegenüber umfaſſen, an Kugeln oder Walzen aber legen ſie ſich nur auf der einen Seite an. Schrauben, Schnuren und Federn geben ihnen Anſchluſs und Nachgiebigkeit in dem gehörigen Grade. Ihre und der electriſchen Cörper Materie kann ſehr verſchieden ſeyn (§. 248. c. d. f.), und die Compoſitionen dieſer mechaniſchen

fchen Einrichtungen, *oder Electrifirmafchinen,* find unendlich vielfach. Sie durchzugehen, läge ganz aufser unferm Zweck; wir haben nur das Wefentlichfte derfelben in Anfehung der Erregung der Electricität betrachtet, andre Erforderniffe (§. 249. g. §. 250. d.) werden an fchicklichen Stellen erwähnt werden.

h) Die electrifchen Cörper find fchon unter einander nach ihren verfchiedenen *Arten ungleich in der Stärke ihrer Wirkung.* Glas und fefte Harze zeigen fie am ftärkften, fo auch die Seide, Katzenpelz, und wollene Tücher. Aber auch einerley Maffe ift nach der *Form* verfchieden; flache electrifche Cörper zeigen weniger Electricität, als runde oder verlängerte, wenn fie gerieben worden find. Dafs die innere Lage der Theile eines electrifchen Cörpers Einflufs auf die Electricität habe, fehen wir bey zerfprungenen Gläfern, und noch mehr aus andern Erfcheinungen (§. 253. b. §. 254. b.).

Die Form des Unelectrifchen kann ebenfalls das Anziehen verändern. Spitzige Cörper werden bey fchwacher Electricität nicht angezogen, und bey ftärkerer richten fich blos die Spitzen gegen den wirkenden electrifchen.

i) Die Anziehung, welche die Electricität zeigt, ift nicht nur in der Entfernung und befondern Erregung, fondern auch felbft durch manche *Nebenerfcheinungen,* mit denen fie verbunden ift, von der Anhängung verfchieden. Sie zeigen fich innerhalb des Raumes, in welchem die Anziehung gefchieht, und in welchem fie immer mehr befchleunigt wird, je näher der unelectrifche Cörper dem wirkenden kommt. Die empfindliche Haut des Gefichts wird in diefem Raume, eben

eben ſo zunehmend, wie von einem *Spinnengewebe* gedruckt, und ein *Geruch*, der dem des Harnphosphors etwas ähnlich iſt, wird daſelbſt, ja wol gar noch auf der Haut, nachdem ſie ſich ſchon entfernt hat, bemerkt. Eine *Lichtflamme* wird, je näher, je ſtärker, von dem wirkenden Cörper, z. B. einer Glasröhre, abgetrieben. Aus allem dieſem ſieht man, daſs um den wirkenden Cörper in einem unſichtbaren, blos durch die Erfolge zu erkennenden Raume, eine Veränderung vorgehe, welche die in die Sinne fallenden mannigfaltigen Erſcheinungen verurſacht, und immer ſchwächer wird, je weiter ſie ſich von der Oberfläche des wirkenden entfernt. Man hat dieſen Raum den electriſchen Dunſtkreis, oder beſſer, den *electriſchen Wirkungskreis* genannt.

Es befindet ſich aber dieſer Raum gewöhnlich *in der Luft*, welches in der Folge wohl muſs bemerkt werden. Je reiner, kälter und trockner die Luft iſt, um ſo ſtärker ſind die Wirkungskreiſe, je leichter und erhitzter ſie iſt, um ſo ſchwächer. Aber auſserdem kann die Luft auch dichter oder verdünnter ſeyn, und dieſes wirkt nicht weniger auf die Electricität und ihre ſichtbaren Erſcheinungen.

Je ſtärker die Maſſen der electriſchen Cörper ſind, je weniger verbreitet ſich der Wirkungskreis auſser der Stelle, wo die Electricität erregt wurde. Bey dünneren zeigt er ſich ſchon eher an nebenliegenden Stellen, ja ſogar auf der dem Erregen gegenüberſtehenden Seite.

k) Die Electricität zeigt noch mehrere *Erſcheinungen, die ihre gemiſchte Natur anzeigen*, und bringt *chemiſche Veränderungen* hervor. Sie zerlegt

legt die gemeine Luft (§. 21. d.), phlogisticirt, vermindert ſie, und treibt die in ihr befindliche Luftſäure auf eine ähnliche Weiſe aus, wie das Brennen (§. 79. c.). Durch dieſe Austreibung wird die Lackmustinctur von ihr geröthet, und das zerfloſsne Gewächsalcali cryſtalliſirt.

§. 249.

Die electriſche Wirkung wird den unelectriſchen Cörpern mitgetheilt, und in ihnen bemerkbar, wenn ſie ihnen nicht eben ſo ſtark entzogen, als gegeben wird.

a) Stellt man dem electriſchen Wirkungskreiſe einen unelectriſchen, aber unbeweglichen Cörper aus, wie dies der Fall iſt, wenn ein Menſch ſich in dem Wirkungskreiſe befindet, und unter den gewöhnlichen Umſtänden auf dem Fuſsboden eines Zimmers, oder gar auf der Erde ſteht, ſo wird man an dem Menſchen, oder jedem andern Cörper, keine Spur von Electricität wahrnehmen, und ſie wird blos an dem wirkenden Cörper zu bemerken ſeyn. Unterſucht man es genauer, ſo geht von dem wirkenden Cörper *eine Reihe unelectriſcher Cörper bis zur* feuchten *Erde.* Iſt die Luft feucht, ſo iſt die Electricität ſchwach, oder fällt gänzlich weg. Auch hier iſt gleichſam eine Reihe unelectriſcher Theile auf der andern Seite in der luftförmigen Maſſe.

b) Wird hingegen der unelectriſche Cörper auf einen electriſchen geſtellt, durch letztern gleichſam von allen übrigen unelectriſchen getrennt, und an den Wirkenden gebracht, ſo wird man ſogleich einen ähnlichen Wirkungskreis um ihn

an-

antreffen, der das Anziehen und die vorhin angegebnen Eigenheiten (§. 248. i. k.) faſt eben ſo zeigt, wie der am urſprünglich electriſchen (§. 248. c.). Man nennt dieſe Abſonderung, wodurch die Electricität in einem unelectriſchen Cörper bemerkbar wird, das *Iſoliren*, und bewirkt es durch Glasſäulen, Harzmaſſen, ſeidne Schnuren und Bänder, untergelegtes trocknes Papier u. d. Da nun die unelectriſchen Cörper die Electricität empfangen, und in einer Reihe fort einander ſelbſt mittheilen können, ſo hat man ſie *Leiter*, oder leitende Subſtanzen, die urſprünglich electriſchen aber, welche ſie nicht annehmen, und dadurch gleichſam in den unelectriſchen zurückhalten, *Nichtleiter* genennt. Die Mittheilung der Electricität geſchieht mit der *äuſserſten Schnelligkeit*, und kam bey meilenlangen Metalldräthen am andern Ende in demſelben Augenblicke zum Vorſchein, in welchem ſie am erſten mitgetheilt wurde.

c) Das Iſoliren iſt ein Mittel, ſchwache *Electricitäten bemerkbar zu machen*, wenn man z. B. mit einem iſolirten Metallknopfe auf Cörpern wegſtreicht, die ſonſt nur wenig Wirkung gezeigt hätten; auch kann man ſich dadurch bey manchen Subſtanzen, die das Anziehen weniger deutlich würden gezeigt haben, wie beym Rauch und Dunſt, überzeugen, daſs ſie Leiter ſind, wenn man ſie von electriſirten und iſolirten Gefäſsen gegen andre iſolirte Cörper aufſteigen läſst.

d) Auch in Anſehung der Mittheilung ſcheint der Unterſchied zwiſchen electriſchen und unelectriſchen, oder hier, zwiſchen Leitern und Nichtleitern, ſehr ungegründet und ſchwankend zu

feyn (§. 248. e.). Denn auch *urfprünglich electrifche* nehmen die erregte Electricität unter gewiffen Umftänden an, und *werden* dadurch *zu Leitern.* Es kann diefes einmal durch die Veränderung der Temperatur, durch ftarke Erhitzung gefchehen. Glühendes Glas und gefchmolznes Harz nehmen Electricität an, und leiten fie fort, welches fie nicht mehr thun, fobald diefe Erhitzung aufhört. Aufserdem nehmen die electrifchen Cörper, wenn fie fehr dünn find, die Electricität bald genug an, wie z. B. eine Anziehung gefchieht, wenn gleich eine zarte Glaswand zwifchen dem wirkenden und unelectrifchen befindlich ift. Eine ftärkere Wand hemmt diefen Durchgang, aber fie, und noch ftärkere Glasmaffen, zeigen bey einer anhaltenden und ftarken Einwirkung endlich auf der Stelle, die der Einwirkung ausgefetzt war, Spuren der mitgetheilten Electricität, und behalten fie in dem Grade länger, als fie felbige fpäter annahmen.

So wie die Luft mehr mit einer leitenden Feuchtigkeit erfüllt wird, nehmen die electrifchen Wirkungskreife ab. Schon diefes mufs uns auf den Gedanken führen, die Luft fey zu ihrer Darftellung nur als eine nichtleitende Subftanz behülflich. Und wirklich zeigt die Luft, eben wie andre electrifche Cörper, die langfame und ftellenweife Annahme, fo dafs man, vermittelft einer Spitze (§. 249. f.), mit einer ftarken Mafchine einen Platz in der Luft electrifiren kann, der noch einige Zeit nachher feine Wirkung thut, wenn auch jene Spitze unwirkfam, und auf die Seite gebracht worden ift. Wird die Luft ftark erhitzt, fo leitet fie die Electricität; ein nahegebrachtes Licht entzieht einem electrifirten

firten Leiter feine Wirkung, und wenn man zwey Lichter ifolirt, fo kann man die Electricität von einer Flamme zur andern fortgehen laffen.

e) Gleichwol findet noch ein ziemlicher *Unterfchied zwifchen electrifchen und unelectrifchen Cörpern* ftatt. Zwey unelectrifche, mit einander gerieben, zeigen keine Electricität, felbft wenn fie ifolirt find; zeigt fie ein ifolirter unelectrifcher, fo hat er fie ficher erft empfangen; der electrifche Cörper bedarf keiner Ifolirung, um wirkfam zu feyn; er giebt feine erregte Kraft nicht auf das erftemal ganz von fich, wie ein electrifirter Leiter; und er bewirkt das Spinnewebengefühl, wenn er gerieben wird, welches bey electrifirten Leitern mehrentheils wegfällt. Wenn man einerley Dicke der electrifchen und unelectrifchen Cörper, einerley Temperatur bey beiden, und einerley Stärke der auf fie wirkenden Electricität annimmt, fo werden fie nicht mit einander verwechfelt werden.

f) Die Mittheilung fowol als das Empfangen der Electricität gefchieht weit *fchneller bey zugefpitzten*, als bey gerundeten oder flachen *Leitern*. Ein ifolirter Leiter wird in einer gröfsern Entfernung, und in kürzerer Zeit, die Electricität von einem wirkenden Cörper erhalten, wenn er mit einer Spitze oder Schärfe gegen den Wirkungskreis gekehrt ift, als wenn er dafelbft ein ftumpfes Ende hat. Aber eben fo leicht verliehrt er auch feine Electricität, fchon blos gegen die Luft, wenn er an einem andern, vom Wirkungskreife abgekehrten Ende, eine Spitze trägt, und ftehen ihr ifolirte Leiter entgegen, fo empfangen fie von ihr, in weitern Entfernun-

gen als sonst, die electrische Kraft. Es scheint, wie bey den Verwandtschaften und Auflösungen (§. 197. g.), der allzustarke Andrang aus stumpfen Flächen weniger durchdringend zu seyn, als der feinere Ausfluss aus punctförmigen und schmalen, wo gleichsam jeder Punct eine freye Divergenz seiner Wirkung hat, und von dem naheliegenden nicht gehindert wird. Alle Spitzen und Schärfen müssen daher bey der electrischen Geräthschaft sorgfältig vermieden werden, wenn sie nicht ausdrücklich vorhanden seyn müssen.

g) Auf das Isoliren, und das ebenbemerkte Verhältniss der spitzigen und stumpfen Leiter, gründet sich die Anlage eines Hauptstücks bey der Electrisirmaschine, des sogenannten *Conductors*, oder ersten Leiters. Er besteht aus einem isolirten, glatten, und rundflächigen Metallcörper, der nirgends, als blos an der nahe an dem Wirkungskreis befindlichen Stelle, mit Spitzen versehen ist, um die Electricität zu empfangen, sie möglichst zu erhalten, und zum ersten Mittel zu dienen, von dem man die mitgetheilte Electricität weiter fortleiten könne. Die Form, die Stellung, die Masse, die Isolirung ist, so wie die Maschinen selbst, mannigfaltig verschieden. Ist die Isolirung und Glättung nicht vollkommen, oder stehen die empfangenden Spitzen etwas ausser dem Wirkungskreise, so geht gar viel von der Wirkung verlohren. Nicht die Dichtheit der Masse, sondern der Umfang der Oberfläche, und die Ausdehnung in die Länge verstärkt die Wirkung des Conductors; die dünnsten Metallblättchen auf der Oberfläche des Goldpapiers thun eben soviel, als eine dichte Metallmasse;

maſſe; und, um die mitgetheilte Electricität zu verſtärken, hat man zuweilen viele iſolirte, leitende, mit Knöpfen geendigte Stäbe ſo in Verbindung gebracht, daſs die Electricität einen langen Weg vom Conductor bis dahin durchgehen muſste, wo man ſie wirken lieſs.

h) Man ſollte glauben, die electriſchen Wirkungen eines Cörpers müſsten ſo lange fortdauern, und er ſo lange Electricität mittheilen, als er nur gerieben, oder ſonſt die Electricität in ihm erregt würde. Durch das Iſoliren des Reibers erfährt man das Gegentheil. Iſt das Küſſen der Maſchine iſolirt, ſo wird nach einiger Zeit keine Spur von Electricität mehr zu merken ſeyn, wenn man dieſelbe indeſs immer aus dem Conductor abgeleitet hat. Sobald die Iſolirung aufgehoben, und die Verbindung des Küſſens mit der Erde, dem Gebäude, oder überhaupt einer groſsen Menge leitender Maſſe wiederhergeſtellt iſt, zeigt ſich die Electricität von neuem. Es darf dieſes nicht einmal durch wirkliche Berührung geſchehen, in einiger Entfernung genäherte, oder auf dem Küſſen befindliche Spitzen werden es ſchon bewirken können.

Sehr ungezwungen ſcheint aus dem vorigen zu folgen, daſs das Küſſen mit irgend *etwas, das die Electricität unterhalten könne, nur in einer gewiſſen Menge* verſehen ſey, dieſe Menge bey fortgeſetzter Reibung abnehme, und durch Verbindung mit gröſsern Maſſen ähnlicher leitender Subſtanzen wieder erſetzt werde. Was wir bey den Feuerräumen bemerkt haben, hat viel Aehnliches mit dem gegenwärtigen. Die gleiche Ausbreitung der mitgetheilten Electricität zeigt ſich in einem andern Verſuche (§. 250. c.) ſehr deutlich.

§. 250.

Electrischwirkende Cörper, ihre Electricität mag erregt oder mitgetheilt seyn, ziehen sich nicht an, sondern stoſsen einander ab.

a) Ein Korkkügelchen, an einen leinenen leitenden Faden gehalten, wird von dem Conductor angezogen werden, und an ihm hängen bleiben, da es keine Electricität in sich selbst ansammeln, und durch selbige wirken kann.

b) Hängt das Kügelchen hingegen an einer seidenen Schnur, oder auch, wenn die Electricität nicht zu stark ist, an einem seidnen Faden, so wird es angezogen, und bald darauf *zurückgestoſsen* werden. Dieses Zurückstoſsen erfolgt bey der Berührung des mittheilenden, oder noch vor derselben. Das Kügelchen bleibt zurückgestoſsen, so lange der mittheilende Cörper wirksam bleibt, und ihm selbst von der empfangnen Electricität nichts abgeleitet wird. Nahe an dem mittheilenden geschieht die Abstoſsung schneller und heftiger, als in gröſserer Entfernung. Leichte Cörper, als Sand, Goldblättchen, Pflaumfedern, werden von dem Conductor, oder einer geriebnen Glasröhre abgestoſsen, wenn man sie darauf gelegt hat, und da die letztern, nun isolirt, in der electrischen Luft schwimmen, so kann man sie in der Luft herumtreiben, wenn man sie mit der geriebnen Röhre, oder mit einem electrisirten Leiter verfolgt. Korkkugeln stoſsen sich ab, die man auf einer dünnen Glasplatte (§. 249. d.) über den Conductor bringt.

In allen vorigen Fällen war die Gegenwirkung nur auf einer Seite. Wird aber ein leichter isolirter Cörper *gleichförmig von electrischen Wir-*

kungs-

kungskreisen umgeben, so wird er durch sie gehindert auszuweichen, und bleibt in Ruhe. Dies geschieht, wenn man jene Kugel mitten in die Höhle eines metallnen electrisirten Bechers herabhängen läſst. In dem luftleeren Raume wird das Anziehen und Stoſsen der Cörper immer schwächer, und hört zuletzt, wol aus einer ähnlichen Ursache, völlig auf.

c) Es ist *gleichviel, auf welche Art die beweglichen Cörper die Electricität erhielten*, wenn sie in ihnen nur wirksam ist, so stoſsen sie sich zurück. Zwey geriebne seidne Bänder, zwey geriebne Glasröhren, zwey geriebne Siegellackstangen, aufgehängt oder auf Nadeln vibrirend, stoſsen einander als ursprünglich electrische Cörper ab. Vibrirende Stäbchen, hängende Kugeln u. d. aus leitenden Substanzen verfertigt, isolirt, und electrisirt, stoſsen sich zurück. Wenn der eine Cörper ursprünglich electrisch, der andre durch Mittheilung electrisirt ist, aber beide beweglich sind, so erfolgt dasselbe. Wäre in allen diesen Fällen nur der eine Cörper beweglich, so wird nur er fortgestoſsen werden (§. 248. b.), er mag seyn, von welcher Art er will.

Das *Aufblähen seidner*, trockner, und geriebener *Strümpfe*, und der electrisirten Baumwolle, ist, so wie das starre *Divergiren der Fasern* an electrisirten Fadenbüscheln, Quasten, und Pflaumfedern, eine Folge des Gegeneinanderstrebens der electrischen Wirkungskreise, welche wir uns einstweilen, freylich noch sehr dunkel und unbestimmt, als Ströme, als fühlbare Ausflüsse u. d. gedenken können (§. 253. g.).

d) Das Abstoſsen leichter isolirter Cörper, das sich nothwendig bey stärkern Wirkungskreisen

 auch

auch auf gröſsere Entfernungen erſtrecken muſs, giebt ein Mittel an die Hand, die Stärke der Electricität zu meſſen, und hierzu eigne *Electrometer* zu verfertigen. Sie ſind ein weſentlicher Theil des electriſchen Apparats, und immer ſehr brauchbar, wenn es auch gleich äuſserſt ſchwer hält, ſie genau zu berechnen, und es vielleicht vergebens iſt, dieſe Rechnungen anzuwenden. Die nothwendige Ungleichheit dieſer Werkzeuge wird immer nur eine ungefähre Schätzung zulaſſen. Die einfachſte Vorrichtung beſteht aus einem leinenen Faden, der mit dem einen Ende auf dem Conductor befeſtigt iſt; beſſer aber iſt der Gebrauch leichter hängender Cörper, als ovaler Blättchen Goldpapier, oder kleiner Kugeln von Kork, Hollundermark, Holz, Meerſchaum u. d. Man kann dieſe Cörper an ſeidnen Fäden iſoliren, aber beſſer iſt es, leinene Fäden, Metalldrath, oder andre leitende Subſtanzen, zum Aufhängen zu gebrauchen, weil man ſie denn mit einem electriſirten Cörper leichter verbinden, und auch, wenn es nöthig iſt, ſelbſt wieder iſoliren kann, um ſie von auſsen zu electriſiren. Um die Gegenwart und Art der Electricität zu erkennen, hängt man gemeiniglich zwey leichte Cörperchen neben einander, und nennt ſie *Anzeiger*, um aber die Stärke der Electricität zu vergleichen, hängt man am beſten eine Kugel an einem leichten Holzſtäbchen neben eine abſtoſsende Säule, welche das Stäbchen an einem in Grade eingetheilten Halbcirkel in die Höhe treiben muſs.

e) Die Anzeiger ſtellen die *gleichförmige Vertheilung der Electricität* ſehr anſchaulich dar, wenn man zwey iſolirte Stäbe mit Anzeigern, jeden mit

mit einem Paare verſieht, den einen Stab electriſirt, daſs die Anzeiger auseinander gehen, und ihn nun dem andern, unelectriſirten nähert. Die Anzeiger des letztern gehen auseinander, aber die am erſten gehen ſo weit zuſammen, bis beide eine gleiche Entſernung zeigen.

f) Da die unelectriſchen leichten Cörper zuerſt von dem electriſchen Wirkungskreiſe angezogen, hernach abgeſtoſsen werden, aber von neuem das Anziehen wiederholen, wenn ihnen die Electricität genommen wird; ſo kann man durch die Nähe eines vollkommenen Ableiters, der dem leichten abgeſtoſsnen Cörper die Electricität entzieht, ein beſtändig *wechſelndes Schauſpiel des Anziehens und Abſtoſsens* unterhalten. Auf dieſe Art entſteht das electriſche Glockenſpiel, wo ein beweglicher iſolirter Klöppel von einer electriſirten Glocke angezogen, und hierauf gegen die andre leitende geſtoſsen wird; die tanzenden Kugeln von Hollundermark, welche unter einem umgekehrten vorher inwendig electriſirten gläſernen Becher herumhüpfen, indem ſie von ſeinen Wänden gezogen, und denn gegen den Tiſch, auf dem ſie liegen, geſtoſsen werden; der durch Sand vorgeſtellte Wirbelwind, und die tanzenden aus Papier geſchnittnen Figuren, welche beide Erſcheinungen zwiſchen zwey waſſerrechten parallelen Scheiben zu ſehen ſind, wovon gewöhnlich die obere electriſirt, die untere aber leitend iſt. Bey der nämlichen Verrichtung zeigt ſich auffallend die Eigenſchaft der Spitzen, die Electricität leicht zu empfangen und von ſich zu geben. Bringt man ein zartes Metallblättchen mit zwey Ecken oder Spitzen zwiſchen beide Platten, ſo wird es noth-

wen-

wendig mit einer der Spitzen (§. 249. f.) am ſtärkſten angezogen werden, und aus der entgegengeſetzten Spitze die empfangne Electricität von ſich geben. Iſt das Blättchen vollkommen viereckig, oder ſind die beiden gegenüberſtehenden Spitzen einander gleich, ſo wird eine Spitze ſo ſchnell empfangen, als die andre abgiebt; es wird kein beſondrer Zeitpunct ſeyn, in dem das Blättchen die meiſte Electricität empfängt, oder verliehrt, es wird weder völlig angezogen, noch zurückgeſtoſsen werden, und zwiſchen beiden Platten in der Luft ſchweben. Sind hingegen die Ecken ungleich, und der eine Winkel weit ſpitziger als der andre, ſo wird, wenn man den ſtumpfern an die obere Platte bringt, er an ihr hängen bleiben, und das Blättchen ſich nicht leicht trennen, um mit dem ſpitzigern die untere Platte zu erreichen. Denn der ſpitzige Winkel ſtrömt ſchneller aus, als der ſtumpfe empfängt, und ſo kann eine vollkommne Anfüllung, die Urſache des Zurückſtoſsens, nicht ſtattfinden.

g) Wenn ſich einzelne bewegliche Theile, die in einen Cörper verbunden ſind (§. 250. c.) durch ihre Wirkungskreiſe abſtoſsen, ſo thun es auch die *ſo leicht verbundnen Theile flüſſiger Maſſen.* Geſchmolznes Siegellack wird, wenn man es electriſirt, in feine wollenartige Fäden ausgeſponnen, und der eben ausgelöſchte, durch das Brennen geſchmolze Campher wächſt in niedliche reifartige Vegetationen aus; aus einem electriſirten vollgeſaugten Schwamme flieſst das Waſſer häufiger herab; aus einem heberförmig gebognen Röhrchen, aus dem das Waſſer gewöhnlich nur tropfte, oder kaum hervorging, flieſst

es,

es, wenn man es electrisirt, in einem ununterbrochenen Strome, ja dieser Strom kann sogar, so wie es auch bey einem kleinen Springbrunnen mit electrisirtem Wasser geschieht, in mehrere Ströme, und gleichsam in einen Regen zertheilt werden.

h) Der *Rauch* wird ebenfalls von electrisirten Cörpern angezogen, schwebt um sie, erhält erst nach und nach die Electricität, wird dann von dem electrisirten Cörper abgestoßsen, steigt in die Höhe, stößst sich aber zuletzt selbst in seinen Theilen zurück, und breitet sich aus.

i) Eine merkwürdige Zurückstoßsung ist die des *electrischen Feuerrades*, sie geschieht durch die mit Spitzen electrisirte Luft, und hat eine Aehnlichkeit mit dem Steigen der Raketen. Eine vibrirende Nadel, die auf einer Spitze ruht, oder ein aus zweyen zusammengesetztes Kreuz, dessen spitzige Enden alle nach einer Seite horizontal und rechtwinklig gebogen sind, fängt für sich nach der von den Spitzen abgekehrten Seite herumzulaufen an, wenn es durch die Spitze, auf der es ruht, electrisirt wird. Nach einer Seite theilen diese Spitzen der Luft die Electricität mit (§. 249. d.), diese stößst sie zurück, immer wird diese Wirkung wiederholt, und so die Nadel herumgetrieben. Im luftleeren Raume, wo diese stellenweise Einwirkung nicht stattfindet, und der electrische Wirkungskreis bey sehr geschwächter Hinderung viel weiter ausgebreitet wird, hört dieses Umlaufen eben so auf, wie überhaupt das Anziehen und Abstoßsen (§. 250. b.).

§. 251.

§. 251.

Bey Hemmung oder Mäſsigung eines fremden Lichtes zeigen die electriſchen Wirkungskreiſe unter gewiſſen Umſtänden ein eignes und verſchieden modificirtes Licht.

a) In einer mit Queckſilber luftleer gemachten und zugeſchmolznen Glasröhre, die noch etwas Queckſilber enthält, oder in dem torricelliſchen Raume des Barometers, entſteht, wenn man das Queckſilber an den Wänden des Glaſes fortlaufen läſst, ein *ſtiller Lichtſchein* in dem leeren Raume, der weder blendend, noch ſcharf umſchrieben iſt. Daſſelbe geſchieht auch, wenn man die Röhre an den Conductor hält, und es erneuert ſich nach dem Verſchwinden, wenn man die Röhre mit der Hand berührt. Die guerickſche Leere in der Glocke der Luftpumpe bewirkt das nämliche, wenn ein Metall, das in den Hals der Glocke verküttet iſt, in ihre Höhle, aber nicht herab bis zum Boden reicht. Nur bemerkte man, daſs im Anfange, ehe die Verdünnung merklich wurde, gar kein Schein entſtand, daſs er am Ende bey der ſtärkſten Verdünnung wieder aufhörte, ſich von neuem zeigte, wenn man etwas, und wieder verſchwand, wenn man alle Luft hinzulieſs. Der Lichtſchein erſtreckt ſich vorzüglich von dem Ende des Metalles gegen den metallenen Boden des Tellers, von einem Leiter durch die Luft zum andern, aber er wird auch, wenn man die Hand von auſsen an die Glocke hält, gegen dieſe gelenkt, und geht zuletzt erſt gegen den Boden.

Dieſer ſtille Schein entſteht wol wegen geringerer Hinderung *ohne Geräuſch*, aber beym

Man-

Mangel aller Hinderung verſchwindet er eben ſo, wie bey ihrer vollen Stärke. Er mag durch ein leichteres Durchdringen der electriſchen Luft hervorgebracht werden, und bey der gröſsten Nachgiebigkeit deswegen aufhören, weil nun gar kein Durchdringen der Electricität, ſondern eine gleiche Ausbreitung ſtattfindet.

b) Die gewöhnlichſte Erſcheinung des electriſchen Lichtes in der freyen Luft iſt der *electriſche Funke*, oder eine blendende Lichtmaſſe, die ſich in kleinern oder gröſsern Entfernungen, und im letztern Falle mit ſichtbarer Verlängerung, und mit einem knackenden Geräuſch, zwiſchen einem wirkenden Cörper und einem ſtumpfen Leiter entwickelt. Iſt ein ſpitziger Leiter von einer iſolirenden Maſſe umgeben, z. B. mit einer Glasröhre; iſt der Wirkungskreis ungewöhnlich ſtark, oder geht er nur von einer kleinen, tiefliegenden, und mit hohen Iſolirmaſſen umgebnen Stelle, wie an einem mit Pech beſtrichnen Conductor hervor; ſo können allerdings *Funken an ſpitzigen Leitern* entſtehen, aber nie in ganz freyer Luft, und bey gewöhnlicher Stärke der Electricität. Bey den mit Pech umfloſsnen kleinen Stellen beugen ſich die Funken, und gehen in ungewöhnlicher Weite, *krumm* gegen die nur ſeitwärts auf das Pech gelegte Spitze. Im luftleeren Raume entſteht kein Funke, und er ſcheint eine ſtarke Hinderung zu bedürfen, und eben dadurch das knackende *Geräuſch* zu bewirken. Je gröſser der Conductor iſt, um ſo *ſtärker* ſind *die Funken*, am längſten ſind ſie aus dem Ende deſſelben, und noch mehr, wenn man an dieſes Ende einen Drath mit einem kleinen Knopfe anbringt, und aus letzterem die Funken her-

vorlockt. Auch aus Waſſertropfen werden ſehr lange Funken gezogen. Die *Richtung* des Funkens iſt wegen ſeiner blitzgleichen Schnelligkeit in dem kurzen Raume inſofern nicht zu beſtimmen, oder zu ſehen, ob ſie von dem Wirkungskreiſe, oder von dem Leiter ihren Anfang nehme, aber das bemerkt man wol, daſs lange Funken ſich im Zickzack, oder in Schlangenlinien durch die Luft drängen. Dieſer Widerſtand der Luft, der im leeren Raume wegfällt, ſcheint die Wirkung noch mehr zuſammenzuhalten, und ihre Lichterſcheinung bis zur blendenden Stärke zu erhöhen. Selbſt *unter Waſſer* kann man von einem electriſirten Leiter zu einem andern nahe angebrachten den Funken übergehen laſſen. Die angezognen Cörper, wenn ſie anders zum Funkengeben geſchickt ſind, werden *gemeiniglich erſt dann abgeſtoſsen, wenn der Funke entſtanden iſt.* Da die Entſtehung des Funkens auf einer Mittheilung der Electricität beruht, und ſich unter gewiſſen Umſtänden dabey zeigt, ſo wird die Electricität, die zwiſchen zweyen Leitern einen Funken verurſachte, denſelben auch durch eine ganze Reihe gehörig von einander entfernter Leiter wiederholen müſſen. So entſtehen viele *electriſche Feuerwerke*, als die Blitztafel, wo eine mit Goldblättchen überzogne Glastafel durch kreuzende Ritze mit lauter kleinen abgeſonderten Metallſtückchen bedeckt iſt, und die Funken auf die mannigfaltigſte Weiſe fortpflanzt; die Spiralröhre von Glas, wo kleine Metallblättchen in Entfernungen von einander eine Spiralreihe bilden, die Namenſeuer, wo die Funkenreihe Buchſtaben vorſtellt u. d.

c) Selten theilt ſich der Funke in mehrere Strahlen, am erſten geſchieht dieſes noch aus andern zufälligen Urſachen da, wo er die Cörper berührt, nicht in ſeinem freyen Gange. Steckt man aber eine Spitze an den Conductor einer Glasmaſchine, ſo ſtrömt ſchon freywillig, und noch ſtärker bey einem entgegengehaltnen Leiter, eine *Menge zarter Funken*, die ſich *wie ein Büſchel* von einander breitet, und mit einem ziſchenden Geräuſche aus der Spitze hervor. Der phosphoriſche Geruch, und die Empfindung eines drückenden Windes, iſt bey dieſer Ausſtrömung am bemerkbarſten.

d) Hält man aber eine Spitze dem Conductor der Glasmaſchine entgegen, ſo zeigt ſich auf ihr in freyer Luſt ein ſtiller Schein, dem in dem luftleeren Raume ähnlich, gleichſam ein leuchtender *Stern*, der weder Funken unterſcheiden, noch ein Geräuſch bemerken läſst; und, da er in ſehr *beträchtlicher Entfernung* von dem Conductor entſtehen kann, die weite Ausdehnung des electriſchen Wirkungskreiſes anzeigt.

e) Beide, ſowol der *Büſchel*, als der *Stern*, zeigen ſich *noch im luftleeren Raume*, wenn anders nicht die Verdünnung zu ſtark iſt, wo ſie in den ſtillen Schein übergehen, oder wenn die Verdünnung nicht den höchſten Grad erreicht, und alles Licht verſchwindet. Beide ſind Urſache, daſs die umlaufende Nadel (§. 250. i.) einen feurigen Kreis bildet.

f) Das *electriſche Licht* hat, wie das Sonnenlicht, die Farben des Regenbogens, und zeigt ſie, wenn es durch das Priſma betrachtet wird. Aber auch ſchon das Feuer ſelbſt hat für ſich nicht immer eine gleiche *Farbe*, und ſcheint in ſeiner

 gröſs-

gröſsten Stärke und Dichtheit, den Erfahrungen beym Funken nach, weiſs, bey mindrer Stärke purpurfarb, und wenn es am ſchwächſten wird, violet zu ſeyn. Zuweilen ſieht man dieſe Verſchiedenheit ſchon an einem einzigen Funken, und dann erſcheint oft das Mittel deſſelben ſchwach, die Enden aber am ſtärkſten erhellt, und weiſs. Je mehr die Luft verdünnt wird, um ſo mehr geht das Licht aus dem Weiſsen ins Rothe. Auſserdem wird auch die Farbe des electriſchen Funkens verändert, wenn er durch beſondre Luftarten geht, oder auf die Oberfläche von Metallen trifft. So ſind die Funken auf Silber und Goldpapier oft grün gefärbt; dieſelbe Farbe erhalten ſie in der Luft aus Vitriolnaphtha; in der dünnen Luftart aus Brennbarem der Metalle, und in der aus flüchtigem Alcali, werden ſie gröſser und roth.

g) Das electriſche Licht hat auch darin Aehnlichkeit mit anderm Lichte, das es von gewiſſen Cörpern *gleichſam eingeſogen, und* nachher, lange nach ſeiner Einwirkung, *wieder abgegeben wird.* Der Cantonſche Phosphorus erhält von der Electricität die leuchtende Eigenſchaft, er mag ihr nun frey, oder in Gläſern eingeſchloſſen ausgeſetzt werden. Geglühte Auſterſchaalen haben die Art, daſs ſie, aus der Sonne ins Dunkle gebracht, Farben des Regenbogens zeigen; man hat dieſelbe Erſcheinung, und eben ſo einige Zeit dauernd, durch das electriſche Feuer in ihnen hervorgebracht. Wenn die bunten Farben verſchwanden, ſo trat ein röthliches Licht an ihre Stelle.

h) Eine Eigenheit des electriſchen Lichtes iſt, daſs es *zugleich mit der electriſchen Kraft ſich der Maſſe man-*

mancher Cörper mittheilt, und ſie ganz erleuchtet. So werden Eyer, Kugeln von Elfenbein und Buchsbaum, auch die Finger, wenn man einen Schlag durch die gehen läſst (§. 255. b.), in der ganzen Maſſe erleuchtet, und etwas ähnliches iſt auch zuweilen ganzen Mengen und zertheilten Tropſen oder Dünſten von Waſſer widerfahren. Eben dahin ſcheinen auch die Verſuche zu gehören, nach denen das electriſche Licht durch ziemlich dicke, ſonſt undurchſichtige Platten von Siegellack ſchien.

§. 252.

Nicht alle electriſche Wirkungskreiſe ſtoſsen einander zurück, und das electriſche Licht iſt ein Mittel, dieſe Erfolge zu beſtimmen.

a) Zwey geriebne bewegliche Glasröhren ſtoſsen ſich untereinander, ſie ſtoſsen Anzeiger, die ſie electriſirt haben, und dieſe letztern wieder ſich ſelbſt. Das nämliche Verhältniſs zeigen geriebne Siegellackſtangen, und ſo ſcheint es, als wäre nichts an dem oben angenommnen Satze zu ändern. Sobald wir aber eine geriebne Glasröhre mit einer geriebnen Siegellackſtange zuſammenbringen, eine von beiden mit Anzeigern die von der andern electriſirt worden, oder zwey Anzeiger, einen durch Glas, den andern durch Siegellack electriſirt, ſo werden alle dieſe Cörper, *ob ſie gleich* ſämmtlich *mit Wirkungskreiſen umgeben ſind*, in den bemerkten Verbindungen *einander nicht ſtoſsen, ſondern anziehen.* Leichte, in der Luft iſolirte Cörper werden wechſelsweis zwiſchen zwey electriſchen Wirkungskreiſen des Glaſes und Siegellacks angezogen und abgeſtoſsen. Eine Maſchine, deren electri-

ſcher Cörper aus Seiden, Wollenzeug, Harz u. d. beſteht, wirkt wie das Siegellack, und ſtöſst die von ihm electriſirten Anzeiger. Electriſirt man nun ein Gefäſs mit Waſſer durch eine ſolche Maſchine, ein andres mit der, welche einen Glascörper hat, ſo werden die von jedem aus Hebern hervorgetriebnen Ströme (§. 250. g.) ſich mit einander vereinigen; werden aber zwey kleine Springbrunnen ſo electriſirt, ſo vereinigen ſich ihre Strahlen auch, und das Waſſer fällt in groſsen Tropfen herab.

b) Eine *Lichtflamme* wird von dem Conductor einer Glasmaſchine *abgetrieben*, von dem einer andern aber *angezogen*. Dies iſt ſchon eine Verſchiedenheit, wodurch ſich dieſe ungleichen Wirkungskreiſe ſelbſt näher bezeichnen.

c) Aber noch ungleich beſſer geſchieht dieſes durch das electriſche bey Spitzen vorkommende Licht. Schon oben haben wir geſehen, daſs die mittheilende bereits *electriſirte Spitze* am Conductor der Glasmaſchine den *Büſchel* zeige (§. 251. c.); bringen wir ſie an einer andern, dem Siegellack ähnlich wirkenden, Maſchine auf dem Conductor an, ſo zeigt ſie den *Stern*. Die der Glasmaſchine entgegengehaltne *empfangende Spitze* iſt mit einem *Sterne* verſehen, da ſie hingegen bey der andern einen *Büſchel* zeigt. Man kann alles dieſes auch mit bloſsen Glasröhren und Siegellackſtangen bewirken, wenn man ſie, gerieben, an das eine Ende eines iſolirten, am andern Ende zugeſpitzten Drathes bringt, oder ſie der Spitze eines leitenden Drathes entgegenhält. In einer *luftleeren Glasröhre*, in welche von dem einen Ende ein Drath herabgeht, ohne das andre auch mit Metall verſchloſsne Ende zu berühren,

ren, zeigt ſich dieſes Licht ebenfalls an der Spitze des Draths, und in einer noch ſchönern Folge, wenn man auch von auſsen an jede metallene Verſchlieſsung eine Spitze angebracht hat. Iſt in dem luftleeren Raume *der Spitze gegenüber ein Knopf* vom andern Ende befindlich, ſo wird ſich ein *weiter Schein* um ihn verſammeln, wenn die Spitze den Büſchel zeigen ſollte, und umgekehrt, wenn ſie den Stern zeigen ſollte, wird ſie ſelbſt von jenem Scheine, der nun von dem Knopfe anfängt, eingehüllt ſeyn. Stellt man *zwey Knöpfe* oder Kugeln *einander gegenüber*, ſo wird man im luftleeren Raume blos die Kugel mit einem Scheine umgeben finden, welche, zugeſpitzt, einen Büſchel würde gezeigt haben. Bringt man eine geriebne Siegellackſtange gegen den ausſtrömenden Büſchel der Glasmaſchine, ſo wird ſie ihn *anziehen*, eine geriebne Glasröhre wird ihn *zurückdrücken*, und wol gar vernichten.

d) Wenn die *zwey Wirkungskreiſe*, deren Verſchiedenheit ſich bey dem Lichte ſehr beſtimmt offenbarte, *vollkommen auf einander wirken können*, und in die gehörige Nähe kommen, ſo *hören ſie beide auf zu wirken*, und die Cörper befinden ſich in demſelben Zuſtande, wie vor der Erregung oder Mittheilung ihrer Electricität. Daſs dieſes nur unter übrigens gleichen Umſtänden erfolgen könne, läſst ſich leicht denken. Wenn man die Conductoren zweyer ungleich wirkenden Maſchinen durch vermittelnde iſolirte Leiter verbindet, ſo werden die Enden dieſer letztern, wenn ſie beweglich ſind, einander mit Gewalt anziehen, vor der Berührung einen heftigern Funken geben, als gewöhnlich, und nach der Berührung

wird nirgends an beiden Conductoren eine Spur von Electricität zu bemerken seyn, wenn die Maschinen gleich noch immer in demselben Gange erhalten werden. Hat man zwey Leiter, mit Anzeigern versehen, jeden besonders isolirt, einen mit Glas electrisirt, den andern mit Siegellack, so werden die Anzeiger an jedem aus-einander gehen; bringt man sie aber beide an-einander, so fallen ihre Anzeiger zusammen, und ihre Wirkungskreise sind vernichtet.

§. 253.

Die Verschiedenheit der electrischen Wirkungskreise ist gewissen Cörpern nur unter bestimmten Umständen eigen, und sie führt uns auf nähere Vermuthungen über die Natur der Electricität.

a) Da sich die Electricität am stärksten aus Glas und Harz erregen läſst, und die Wirkungskreise dieser beiden Cörper, die eben angeführten, einander entgegengesetzten Erscheinungen zeigen, so nannte man diese letztern, in der Voraussetzung, daſs sie jedem dieser Cörper, und denen mit ihnen verwandten eigen wären, die *Glas- und Harzelectricität.*

b) In der Folge wurde man aber durch eine Menge von Erfahrungen überzeugt, daſs diese besondern Wirkungskreise nur unter gewissen Bedingungen bey gewissen Cörpern stattfänden, und daſs sie bey *einerley Cörper durch die Umstände zu verändern* wären.

Erstens kommt es auf die *Art der sich reibenden Cörper* an. Weiſse seidne Bänder zwischen Metall gerieben, erhalten die Glaselectricität, zwischen den Fingern gerieben die entgegengesetzte; Mattgeschliffnes Glas zeigt jene, wenn es

es mit Metallen, diese, wenn es mit Papier, der Hand, oder mit Holz gerieben wird; Siegellack hat, mit der Hand gerieben, seine gewöhnliche Electricität, mit Metallen gerieben, verhält es sich wie das Glas.

Zweytens: Selbst die *Stärke* und die *Art des Reibens* macht eine Aenderung. Zieht man ein langes Stück Seidenzeug über ein anderes weg, so dafs von letzterm nur ein Theil, von jenem aber das Ganze gerieben wird, so sind die Electricitäten ungleich; eben so will man bemerkt haben, dafs eine Glasröhre, der Länge nach über den haarigen Rücken eines Thieres weggestrichen, und stärker gerieben, eine andre Electricität zeigte, als wenn es queer über den Rücken gestrichen wurde. In beiden Fällen zeigte sich bey der stärkern Reibung die Electricität des Glases, und im Gegentheil die des Harzes. Umgekehrt verhielt es sich, wenn ein weifses seidnes Band auf einer warmen Glastafel mit Messing gerieben wurde, das schwache Reiben gab die Glaselectricität.

Drittens: Wärme und *Kälte* verändern die Wirkungskreise, wovon in der Folge Beyspiele vorkommen werden (§. 254. b.).

Viertens: Die *Oberfläche* kann bey einerley Cörper Gelegenheit zu einer Verschiedenheit seiner Electricität geben. Das mattgeschliffne Glas hat, mit der Hand gerieben, die Electricität des Siegellacks, glattes Glas aber die eigentlich von ihm benannte.

Fünftens: Die Art mehrerer *übereinander liegender* und zugleich geriebner *electrischer Cörper,* z. B. dünner seidner Bänder, verursacht einen Unterschied. Bänder zwischen Flächen von ei-

ner gewiſſen Electricität gerieben, bekommen die entgegengeſetzte, zwiſchen Siegellack die Glaselectricität, zwiſchen Glas die Electricität des Harzes.

Sechstens: Durch die *Berührung* ändern ſich die Wirkungskreiſe. Werden zwey weiſse Bänder, die mit Harzelectricität wirkſam ſind, und ſich ſtoſsen, übereinander gelegt, und überfährt man das eine mit einer Nadelſpitze, ſo erhält letzteres eine entgegengeſetzte Wirkung, und beide Bänder kleben an einander. Daſſelbe geſchieht, wenn die Bänder auf eine rauhe, alſo mit vielen Spitzen verſehene Fläche, gelegt werden. Nimmt man mehrere Bänder auf einmal, ſo erhält meiſt dasjenige die entgegengeſetzte Wirkung, das die rauhe Fläche berührt. Läſst man ein geriebnes Band an eine iſolirte leitende Platte anfliegen, und zieht es nach und nach ab, ſo erhält die Platte dieſelbe; hat man ſie aber vorher berührt, ſo erhält ſie die entgegengeſetzte Electricität von der, die das Band beſitzt.

Siebentens iſt auch die Erſcheinung beym *Zerbrechen* einer Siegellackſtange merkwürdig. Die beiden Flächen des Bruches ſind electriſch wirkſam geworden, aber auf eine entgegengeſetzte Art.

c) Man hat nach dem vorigen verſchiedene *Mittel, ſich von der Gegenwart des einen oder des andern Wirkungskreiſes zu überzeugen.* Der Anzeiger kann man ſich bedienen, wenn man ihnen mit einem beſtimmten, beſtimmt geriebenen Cörper eine bekandte Electricität mitgetheilt hat. Stöſst ſie der unbekandte Wirkungskreis, ſo iſt er von der nämlichen Art. Das Licht der Spitzen iſt ein ſicheres Prüfungsmittel, aber man kann es eben

eben ſo wenig überall anwenden, als die Probe mit der Lichtflamme (§. 252. b.). Noch andre Arten, dieſe Wirkungskreiſe zu unterſcheiden, werden ſpäterhin vorkommen (§. 255. h. §. 257. a.); merkwürdig iſt es, daſs die Empfindung des Windes aus den electriſirten Spitzen bey beiden dieſelbe iſt.

d) Durch dieſe Mittel erfährt man auch, daſs nicht nur der geriebne electriſche Cörper, ſondern *ſelbſt der leitende Reiber eine Electricität beſitze,* und zwar eine *entgegengeſetzte;* daſs er ſie äuſsere, ſobald er iſolirt wird. Ein iſolirter Menſch wird die dem entgegengeſetzte Electricität von der Glasröhre oder Siegellackſtange zeigen, welche er reibt; peitſcht er einen iſolirten Cörper, z. B. einen Stuhl, mit einem Katzenfell, ſo wird er die Electricität des Katzenfells, mit dem er verbunden iſt, der Stuhl aber, als reibender Cörper, die entgegengeſetzte erhalten. Reibt man zwey iſolirte Maſſen miteinander, ſo iſt es daſſelbe. Daher kommt es auch, daſs man an einer Electriſirmaſchine beide Electricitäten auf einmal hervorbringen kann, wenn man das reibende Küſſen iſolirt, und mit einem eignen Conductor verſieht. Schon bloſse Spitzen, die man auf demſelben anbringt, oder die man ihm entgegenhält, unterhalten den Gang der Electricität in der Maſchine, und zeigen gerade die umgekehrten Lichterſcheinungen gegen die Spitzen der gewöhnlichen Conductors. Werden beide Conductoren verbunden, ſo kommen die ſchon oben bemerkten Erſcheinungen (§. 252. d.).

e) Nur erſt bey einer gewiſſen Stärke der Einwirkung theilen ſich die electriſchen Wirkungskreiſe

den Leitern auf dieſelbige Art, wie ſie ſelbſt wirken, mit; vorher, in einer gröſsern Entfernung, verurſachen ſie in ihnen die entgegengeſetzte Wirkung, und eben daher kommt es, daſs Leiter (§. 248. d.) ſo wie entgegengeſetzt wirkende (§. 252. a.) angezogen werden. Man ſagt daher, ein *Leiter erhalte im electriſchen Wirkungskreiſe die entgegengeſetzte Electricität*, ob ſich dieſes gleich immer nach den Verhältniſſen der Gröſse, der Entfernung, der Einwirkung u. ſ. w. abändert. Daſs es aber nicht ohne Grund ſey, zeigen die Verſuche. Wenn man über eine mit Anzeigern verſehene, kleine, an den Enden ſtumpfe, und iſolirte Metallſtange eine geriebne Stange Siegellack in einer geringen Entfernung hält, ſo gehen die Anzeiger mit der Electricität des Siegellacks auseinander; entfernt man das letztere mehr, ſo gehen ſie zuſammen; wird es noch mehr erhoben, ſo gehen ſie wieder auseinander, aber mit entgegengeſetzter Electricität. So können auch mit Siegellack electriſirte Anzeiger von dem Wirkungskreiſe einer Glasröhre noch weiter auseinander getrieben werden, weil ihre eigne Electricität im Wirkungskreiſe der andern verſtärkt wird; kommt die Röhre zu nahe, ſo werden ſie von ihr angezogen, und gehen zuſammen.

Wird eine Metallſtange mit zugeſpitzten Enden dem electriſchen Wirkungskreiſe ausgeſetzt, indem man eine Glasröhre über ſie hält; ſo gehen ihre Anzeiger erſt mit der Electricität des Glaſes, dann, wenn die Röhre weggenommen wird, mit der entgegengeſetzten auseinander.

Hält man die Glasröhre über eine Metallſtange, die man mit dem Finger berührt, ſo werden

den die Anzeiger der letztern, wenn man Finger und Röhre zu gleicher Zeit wegnimmt, mit entgegengesetzter Electricität auseinander gehen.

Stellt man zwey Stangen in Berührung zusammen, bringt die eine in einen Wirkungskreis, zieht die andre und den electrischen Cörper zugleich ab, so wird die abgezogne Stange die Electricität des letztern, die, welche im Wirkungskreise befindlich war, die entgegengesetzte erhalten. Steht eine Stange im Wirkungskreis zwischen zwey andern, so erhalten diese beiden die gleiche, die mittlere erhält die ungleiche Wirkung, wenn man eben so verfährt. Stehen vier Stangen an einander, ist die erste im Wirkungskreise, und man zieht die zweyte und vierte weg, so werden diese die gleiche, die erste und dritte aber die ungleiche Wirkung zeigen.

f) Aus den vorigen so merkwürdigen Fällen können wir, ohne Hypothesen zu entwerfen, *blos nach den Thatsachen, einige allgemeine Bemerkungen* ziehen. Wenn der Wirkungskreis stark, und der in ihm befindliche Leiter klein ist, oder, welches ein ähnlicher Fall seyn wird, wenn der electrische Cörper dem Leiter näher rückt, und die Einwirkung sich verstärkt, so zeigt der Leiter dieselbe Electricität, wie der electrische Cörper, und wird von ihm gestossen. Entfernt man den electrischen Cörper, oder wirkt er überhaupt im Verhältniss schwach, so wird ein verhältnissmässig grosser Leiter schon ohne weiteres noch zu viel leitende Theile besitzen, um bey der Hinderung, die durch die grössere Luftschicht und durch die eigne Schwäche dem Wirkungskreise gesetzt wird, mit derselben Electricität

cität erfüllt zu werden, und er zeigt die entgegengefetzte Electricität, was wir einftweilen noch als Erfcheinung bemerken. Bringt man mehrere Leiter an ihn, fo ziehen auch diefe die fchwache Electricität an, enthalten fie gleichmäfsig vertheilt, fo lange fie zufammen find, aber, fobald fie weggenommen werden, entziehen fie felbige noch dem empfangenden Leiter, der, da der electrifche Cörper zugleich weggenommen wird, keinen Zuflufs erhält, alfo, wie wir uns ausdrücken können, einen Mangel an electrifcher Materie erleidet.

g) Da wir oben wirklich fahen, dafs die Electricität durch Ifoliren des Reibers in einem electrifchen Cörper erfchöpft wurde, fo fchien es, als wenn ein *gewiffes Etwas, das die Electricität unterhielte, in einer gewiffen Menge in dem Reiber* befindlich gewefen, und durch das Reiben mit dem electrifchen Cörper entwickelt worden wäre. Da ferner fchon durch eine in Entfernung an das Küffen gehaltne Spitze diefes Etwas, oder diefe electrifche Materie, erfetzt werden kann, da leichte Cörper auf das ifolirte Küffen der Glasmafchine zufliegen, und eine Lichtflamme von ihm angezogen wird, fo fcheint fich *die in den Leitern befindliche electrifche Materie in einem Strome gegen das Küffen, und von da in den electrifchen Cörper* zu begeben.

Wir fehen aber, dafs der Conductor die Lichtflamme ftöfst, und ganz andre Erfcheinungen des Lichtes giebt, und dafs bey dem Küffen einer Mafchine von Harz, Seide, u. d. alles umgekehrt erfolgt, und daffelbe fich verhält, wie der Conductor an der Glasmafchine; da wir nun die Strömungen der Wirkungskreife nicht wohl ableug-

ableugnen können, jedoch finden, dafs fie einander entgegengefetzt zwifchen Reiber und geriebenem Cörper Statt haben, und in allen Fällen fehen, dafs die Strömung in das Küffen, oder aus demfelben, von aufsenher durch Leiter wieder hergeftellt wird; fo müffen wir glauben, dafs die *electrifche*, allerdings zu erfchöpfende *Materie, in den Leitern fowol zu einer Herbeyftrömung, als zu einer Forttreibung gefchickt fey,* dafs fich alle *electrifche Erfcheinungen* auf diefe Bewegung gründen, und dafs fie *fichtbar werden,* wenn der Strom aufserhalb der Maffe in hindernden urfprünglich electrifchen Cörpern, wovon der gewöhnlichfte die Luft ift, fein Beftreben äufsert.

Die verfchiednen Electricitäten könnten alfo in *urfprünglich electrifchen Cörpern* entftehen, wenn fie *ihrer Natur nach die Eigenfchaft* hätten, *die electrifche Materie naheliegender oder reibender Leiter anzuziehen oder abzuftofsen;* die electrifchen Cörper zögen alsdenn die electrifche Materie, die noch in der unvollkommen electrifchen Luft wäre, in der entgegengefetzten Richtung an, oder ftiefsen fie ab, da fie durch fich felbft von einem andern ruhigen und vollkommnen Leiter abgefondert wären; der Reiber zöge oder ftiefse die Materie unbemerkt von oder gegen die mit ihm verbundnen Leiter, und äufserte fo lange nichts von Electricität, als er mit der Erde verbunden bliebe, die gegen die kleine Strömung ein ungeheures Verhältnifs hat; fobald aber diefe Verbindung aufgehoben, und er ifolirt wird, fo äufsert er fein Beftreben zur Strömung in der Luft, fo wie der electrifche und fein Conductor, aber auf die entgegengefetzte Art.

h) *Wel-*

h) *Welche Electricität einen ausströmenden*, und welche *einen einströmenden Wirkungskreis besitze*, läſst ſich nicht aus allen Erſcheinungen deutlich ſehen, oder vermuthen. Zur Vorſtellung und Erklärung würde es ſogar nicht einmal nöthig ſeyn, zu wiſſen, welcher das Ausſtrömen zukomme, und es würde genug ſeyn, hier etwas willkührliches feſtzuſetzen. Wenn wir uns aber erinnern, daſs die gewöhnliche Glaselectricität die Lichtflamme wegſtöſst, daſs ſie aus einer Spitze den Lichtbüſchel mit Geräuſche austreibt, und es glaublicher iſt, eine Ausſtrömung aus einer Spitze finde weniger Hinderniſs, als eine Einſtrömung in dieſelbe, auch noch, daſs ſie im luſtleeren Raume allein an einem Knopfe den Schein zeigt, ſo iſt es wahrſcheinlich, daſs ſie die ausſtrömende und ſtärkere Wirkung beſitze. In der Folge kommen noch einige hieher gehörende Verſuche vor (§. 255. g. h.).

Nehmen wir dieſe Vorſtellung von Strömen an, ſo können wir uns auch an die Electricität im Wirkungskreiſe (§. 253. e.), das Anziehen (§. 252. a. d.), das Abſtoſsen (§. 252. a.), und an den Funken (§. 251. b.) erinnern. Befindet ſich ein iſolirter Leiter in einem z. B. ausſtrömenden Wirkungskreiſe, ſo wird er im Anfange den Strom empfangen, und ſeine eigne ruhige electriſche Materie wird ſich überhaupt zurückziehen, und er einen einſtrömenden Wirkungskreis zeigen, oder aber, wenn er verlängert iſt, am andern Ende ausſtrömen. Wirkt aber das Einſtrömen noch ſtärker auf ihn, kommt er in eine ſtärkere Schicht des Wirkungskreiſes, in einen ſtärkern Wirkungskreis überhaupt, oder ſtürzt die electriſche Materie als Funke plötzlich

auf

auf ihn, so wird er mit derselben so überfüllt, dass er nun ebenfalls ausströmt. Beym Einströmen würde alles umgekehrt erfolgen, die Erscheinung beym Anziehen und Abstossen aber immer die nämliche seyn, da das Verhältniss dasselbe blieb, und *ungleiche Ströme eine Näherung zulassen*, *gleiche aber* in ihren Wirkungskreisen *sich immer hindern würden.*

Das *Strömen der Wirkungskreise* zeigt sich in keinem vollkommen leitenden Cörper von aussen bemerkbar, sondern nur in unvollkommnen Cörpern und ursprünglich electrischen, wo das *Bestreben durch Hinderung* verursacht, und *sichtbar* wird; am stärksten wird dieses Strömen, wenn ein vollkommner Leiter dem wirkenden Cörper entgegensteht; das *Ausbrechen des Funkens ist das* plötzliche Aufheben der Hinderung, und *die volle Ergiessung des Stroms.*

i) Um dem einmal festgesetzten Plane treu zu bleiben, war es mir nothwendig, einen so weiten Umschweif durch eine verkettete Reihe von lauter Thatsachen zu nehmen, und erst jetzt der Vorstellungen zu erwähnen, die man sich von dem Wesen der electrischen Erscheinungen gemacht hat. Die berühmteste und angenommenste der neuern ist die von Franklin. Nach ihm ist die Entstehung der Electricität in nichts zu suchen, als in dem aufgehobnen Gleichgewicht, oder der gestörten gleichen Vertheilung der electrischen Materie. Dieselben Cörper, die wir uns als ausströmende gedacht haben, nimmt er für solche an, die ihre electrische Materie abgeben, nachdem sie selbige von andern im Uebermaass empfangen haben, die einströmenden aber für solche, die ihre electrische Materie verlohren

lohren haben, und ſie nun erſt von andern wieder bekommen. Das Aufhören der electriſchen Erſcheinungen iſt nach ihm Wiederherſtellung der Ruhe und der gleichen Vertheilung. Man ſieht leicht, wie ähnlich dieſe Vorſtellung der oben von den Strömen gemachten, und demjenigen iſt, was andre Naturforſcher bey der Materie der Wärme (§. 212. 213.) bemerkt haben. So begegnen ſich mehrere Unterſucher der gleichbleibenden Natur auf einem Wege, und finden einerley Wahrſcheinlichkeit, ohne es zu wollen und zu vermuthen. Franklin nennt die durch Ueberfluſs wirkenden Cörper *poſitiv electriſche*, die andern *negativ electriſche*, welcher angenommnen und bequemen Ausdrücke wir uns auch in der Folge bedienen wollen. Andre nehmen Zu- und Ausfluſs, Ueberfluſs und Mangel als coexiſtent an, um die Erſcheinungen zu erklären, andre haben ſie aus der Elaſticität des angenommnen Aethers erklärt, der aus dem gepreſsten Zuſtande, in dem er ſich in einem Cörper befände, in einen andern übergänge, deſſen Räume mehr für ihn geöffnet wären. Andre haben ſogar, und nicht weniger ſcharfſinnig, die poſitive und negative Electricität, jede einem eigenen Stoffe, der reinen Luft und dem Brennbaren zugeſchrieben, und hierdurch eine Aehnlichkeit mit dem, was bey der Wärme vorgetragen wurde, zu bewirken geſucht. So wenig, als dort, können wir uns hier auf eine genauere Unterſuchung dieſer Hypotheſen einlaſſen, genug, wenn wir zwey, die im Grunde gar nicht abweichen, neben die wirklichen Erſcheinungen ſtellen.

§. 254.

Zuweilen findet man an ein und demselben Cörper beide Wirkungskreise zugleich an verschiednen Stellen.

a) Wird ein metallener isolirter Stab, von der Länge einiger Fusse, in gleichen Entfernungen mit Paaren von Anzeigern versehen, und das eine Ende in den nicht allzustarken Wirkungskreis einer positiven Glasröhre gebracht, so wird *dieses Ende negativ, das entgegengesetzte aber positiv.* Die Anzeiger geben dieses deutlich zu erkennen, gemeiniglich sind einige derselben *zwischen den beiden Electricitäten in Ruhe,* und gehen gar nicht auseinander; und hat man es getroffen, so befinden sich diese, wiewol es nicht immer geschieht, in der Mitte der Länge. Zwey Wirkungskreise sind hier in einem einzigen Leiter beysammen, aber sie können es nur bey gewissen nicht leicht zum Voraus zu bestimmenden Umständen seyn; wirkt der electrische Cörper zu stark, so fallen sie weg.

b) Aber noch beständiger zeigt sich diese *polarische Electricität*, wie man sie in Rücksicht auf die magnetischen Erscheinungen nennen könnte, an dem *Turmalin*, und andern ebenfalls glasartigen und crystallisirten *Edelsteinen.* Diese Crystalle sind, wie andre, lagenweis gebildet worden, und zuweilen ist diese blättrige Textur noch deutlich zu bemerken. Bey dem Turmalin liegen die beiden electrischen Pole, oder *Wirkungsplätze*, in einer geraden Linie einander gegenüber, welche durch die Mitte des Steines, und mit derjenigen *Richtung seiner Blättchen* gleichläuft, nach welcher der Stein gänz-

lich undurchſichtig erſcheint, da er nach der andern Richtung halbdurchſichtig iſt. Dieſer Stein zeigt ſich erwärmt und erkaltet electriſch, nur auf eine umgekehrte Art; wird er erwärmt, ſo iſt der eine Pol poſitiv, der andre negativ, und bleibt es auch beym Abkühlen; erkältet man den Stein aber, ſo zeigt ſich jener poſitive Pol negativ, dieſer negative hingegen poſitiv. Zerbricht man den Stein in mehrere Stücke, ſo hat jedes ſeine beiden Pole, und zwar jede Art nach der Seite zu, wo ſie ſich ſchon am ganzen Steine befand. Auch ſelbſt am Lichte, welches die Pole von ſich gaben, konnte ein Unterſchied bemerkt werden. Durch bloſses Reiben wurde der Turmalin nur poſitiv an beiden Polen electriſch. Liegt ein durch Erwärmen oder Erkälten electriſirter Pol des Turmalins auf einem iſolirten Cörper, ſo erhält letzterer die entgegengeſetzte Electricität des Poles; liegt er auf einem Leiter, ſo wird er ſelbſt ſeine Electricität verändern.

c) Eine ähnliche Erſcheinung liefert ein *verlängerter Glascörper*, er mag nun ein dichter Stab, oder eine Röhre ſeyn, wenn man ihn eben ſo, wie den leitenden Stab (§. 254. a.), mit Anzeigern verſieht, und dem einen Ende einen wirkenden Cörper nähert. Der Wirkungskreis deſſelben wird in dieſem Ende nach den verſchiednen Umſtänden (§. 253. e.) eine gewiſſe Electricität hervorbringen, in einiger Entfernung wird ſich die entgegengeſetzte, denn wieder die erſte, im vierten Raume die zweyte, und ſo, jedoch mit allmäliger Schwächung, immer eine Electricität mit der andern, *in verſchiednen Zonen abwechſelnd*, zeigen; aber, was das Son-

Sonderbarſte iſt, in kurzer Zeit werden *alle dieſe Zonen ihre Electricität verändern*, und in jeder wird ſie der vorigen entgegengeſetzt ſeyn. Die Luft, als ein urſprünglich electriſcher Cörper, ſcheint, wie das Glas, ähnlicher Zonen fähig zu ſeyn, und die Erfolge, welche die Wirkungskreiſe hervorbringen, hängen vielleicht oft davon ab.

§. 255.

Die electriſche Strömung, welche die Wirkungskreiſe hervorbringt, läſst ſich urſprünglich electriſchen, zwiſchen zwey Leiter gebrachten Cörpern unter beſtimmten Umſtänden ſo dauernd und innig mittheilen, daſs ſie aus ihnen weit ſtärker wirkt, als gewöhnlich.

a) Setzt man ein hohes gläſernes Gefäſs in ein mit Waſſer angefülltes *iſolirtes* Becken, und füllt das Glas mit Waſſer, Queckſilber, Feilſpänen u. d. *eben ſo hoch* an, als es auſsen vom Waſſer umgeben wird, doch ſo, daſs von der innern nach der äuſsern Seite des Glaſes *keine Mittheilung über die Oberfläche*, von einem Leiter zum andern, der Entfernung wegen, ſehr leicht geſchehen kann, ſo wird, wenn der innere Leiter eine gewiſſe Electricität empfängt, ſehr bald *dieſelbe Electricität auch in dem äuſsern Leiter* bemerkbar, und ſie muſs nothwendig durch das Glas durchgedrungen ſeyn. Es geſchieht dieſes um ſo ſchneller, je dünner das Glas iſt; übrigens iſt es gleichviel, welche Form das Glas hat, und von welcher Art der vollkommne Leiter iſt, den man zur Durchleitung von einer Seite zur andern gebraucht hat. Die bequemſte Art dieſer ſogenannten *Belegung* iſt das Ueber-

 ziehen

ziehen des Glafes mit dünnen Metallblättchen, die man bey Tafeln an beide Flächen, bey hohlen Gefäfsen oder Flafchen aber an die äufsere Seite anleimen kann. In die hohlen Gefäfse kann man Schroot, Feilfpäne u. d. fchütten, oder, da diefes eine unnütze Laft machen würde, die Wände nur fo weit mit Leim überlaufen laffen, als die äufsere Belegung geht, und Feilfpäne, am beften von Meffing, hineinftreuen, und alles, was nicht hängen geblieben ift, ausfchütten. Um die Entfernung der beiden Belegungen noch mehr zu fichern, beftreicht man von aufsen den unbelegten Theil des Glafes, ja auch den Deckel oder Pfropf, der die Höhle verfchliefst, und durch den ein Drath mit einem Knopfe von der innern Belegung hervorgeht, mit in Weingeift aufgelöftem Siegellack, oder einer andern Harzmaffe, die weniger, als das fchwere und kalte Glas, die leitende Feuchtigkeit anziehen kann. Bringt man mehrere Glasplatten und Leiter, unter den obigen Bedingungen, auch ifolirt, übereinander, fo wird es immer daffelbe feyn, und die mitgetheilte Electricität alle Leiter und Nichtleiter durchdringen.

b) Sobald man aber den *ifolirten Zuftand aufhebt*, und die *äufsere Belegung mit der Erde verbindet*, fo zeigen fich ganz unerwartete und fehr merkwürdige Erfcheinungen. Es ift fogar eine zufammenhängende Verbindung nicht nöthig, fchon Spitzen, die man der äufsern Belegung in gewiffer Entfernung entgegenfetzt, oder auswärts gerichtet an fie anbringt, können ihre Stelle vertreten. Bey diefer Anftalt *fteigt ein Faden*, den man an den Drath der innern Belegung angebracht hat, während dafs man den

Knopf

Knopf electrifirt, *nach und nach* faſt auf die Entfernung eines Viertelscirkels vom Drathe, und hat man den Knopf nicht dicht an den Conductor angeſtellt, ſo entſteht bey jedem Funken, den der Knopf bekommt, auch *ein Funken in den etwas getrennten Leitern, die mit der äuſsern Belegung in Verbindung wären* (§. 251. b.), z. B. einer Kette, einer Blitztafel, u. d. Zuletzt *ſteigt der Faden nicht mehr*, und der *Knopf bekommt keine Funken;* wollte man nun noch länger electriſiren, ſo könnte es leicht geſchehen, daſs die Electricität der innern Belegung in einem blitzähnlichen Funken, und mit einem ſchallenden Schlage das Glas an irgend einer Stelle durchbräche, es daſelbſt zerſchmetterte, und zu den folgenden Erſcheinungen untüchtig machte. Nimmt man aber das Glas von dem Conductor weg, ſo wird die äuſsere Belegung kein Zeichen der Electricität geben; von dem Knopfe der innern Belegung wird man mit dem Finger, wenn man, *ohne Verbindung mit der äuſsern Belegung* iſt, *nur kurze, ſtechende Funken* erhalten, die die Electricität nur erſt nach und nach erſchöpfen; nimmt man aber die äuſsere Belegung einer kleinen Flaſche in die eine Hand, und berührt den Knopf der innern mit der andern, ſo empfindet man einen *gewaltigen Stoſs*, der zwiſchen dieſer Verbindung ſeinen vorzüglichen Fortgang nimmt; und bringt man bey groſsen Flaſchen, wo das Berühren ſehr gefährlich ſeyn könnte, einen der Sicherheit wegen mit einem iſolirenden Handgriffe verſehenen Drath, der an der äuſsern Belegung anliegt, mit ſeinem andern ſtumpfen Ende oder Knopfe an den Knopf der innern Belegung, ſo ſieht man zwiſchen ihnen

nen einen *blendenden Blitz*, hört einen *lautſchallenden Schlag*, und dieſe Exploſion, oder gewaltſame Hervorbrechung der Electricität, übertrifft den gewöhnlich durch Kunſt erhaltenen Funken eben ſo ſehr als im Aeuſsern, auch in der zerſtörenden Wirkung (§. 256. 257.).

Dieſe Beſtimmung eines urſprünglich electriſchen Cörpers zu einer heftigen Exploſion wird die *Ladung* deſſelben genennt; man ſieht leicht, daſs ſie eben ſo gut vor ſich gehen müſſe, wenn z. B. der Knopf der innern Belegung mit der Erde, die äuſsere aber mit dem Conductor in Verbindung wäre, nur daſs alles umgekehrt erfolgte; auch daſs man die innere Belegung iſoliren könne, wenn man den Knopf derſelben mit ſeidenen Bändern aufhinge.

c) Die *Urſache* der vorigen Erſcheinung *liegt nicht*, wie es ſcheinen möchte, *in der Belegung*, *ſondern im urſprünglich electriſchen belegten Cörper*, im Glaſe ſelbſt. Wenn man ein Glasgefäſs auf die beſchriebne Art mit Metallkugeln, oder mit Queckſilber zum Theil ausfüllt, und es eben ſo hoch auſsen damit umgiebt, oder, wenn man eine bewegliche Belegung von Metallblättern, z. B. aus Stanniol, veranſtaltet, ſo kann man nach dem Laden den geladnen Cörper von ſeinen Belegungen befreyen, die nun in einen ganz gewöhnlichen Zuſtand kommen, und nachher, wenn man ſie wieder an ihre vorigen Stellen bringt, den Schlag erhalten, als wenn keine Aenderung vorgegangen wäre. Ja, wenn die Belegungen auch nicht wieder mit dem Glaſe verbunden werden, ſo wird man, wenn die eine Hand zuerſt mit der äuſsern, denn die andre Hand mit der innern electriſirten Fläche verbunden

bunden wird, den electrifchen Stofs empfinden. Offenbar liegt alfo die Urfache in dem Glafe, aber eben darum erhält es auch beym Laden als ein electrifcher, der Mittheilung minder fähiger Cörper, die ftärkfte Kraft erft nach und nach, und der Faden fteigt erft nach einer längern Einwirkung zur gröfsten Höhe. Aber eben damit hängt es zufammen, dafs das Glas feine Wirkung bey der erften Explofion zwar am meiften, aber nicht vollkommen verliehrt. Wenn man fich bey Behandlung des geladnen Glafes nicht nach der Explofion einem unvermutheten *Nachfchlage* ausfetzen will, fo mufs man es noch einige Zeit nachher etlichemal entladen, wobey zwar nur kleine Funken entftehen, aber noch fo merkliche Stöfse vorkommen, dafs fie, zumal bey grofsen Glascörpern, leicht zur ungelegnen Zeit wirken könnten.

d) Während dem Electrifiren der belegten und ifolirten Cörper zeigt die äufsere Belegung diefelbe Electricität, wie die innere, oder vielmehr, die Electricität des Conductors, und der Mafchine, die fie ihr mittheilt (§. 255. a.). Aus einer völlig gleichen Strömung würde man fich diefes aber nicht der Sache gemäfs erklären können, wenn man z. B. annehmen wollte, beide Belegungen wären nun zugleich ausftrömend, fo wie der Conductor felbft. Zwifchen diefem und den beiden Belegungen findet während dem Laden ein ganz andres Verhältnifs ftatt. Verfieht man den Knopf der *innern Belegung*, fo wie die äufsere Belegung *mit einer Metallfpitze*, und richtet die erftere gegen den Conductor der Glasmafchine, fo wird auf ihr *ein Sternchen* erfcheinen, fie kann alfo nicht felbft pofitiv feyn,

fondern fie wirkt wenigftens an diefer Stelle negativ und empfangend. Die *Spitze der äufsern Belegung zeigt einen deutlichen Büfchel*, und ift alfo pofitiv wirkend. Brächte man eine Spitze an den Conductor gegen den Knopf der innern Belegung, und eine andre Spitze gegen die äufsere, oder electrifirte man bey den vorigen Spitzen negativ, fo würden alle Erfcheinungen umgekehrt, aber eben fo einander entgegengefetzt vorkommen. Es fcheint hier fehr deutlich zu feyn, dafs die Richtung des Stroms, zu dem der Conductor Gelegenheit giebt, auch auf der Seite der äufsern Belegung beybehalten werde, und fo wie fie fich einmal zeigt, fo erfcheint fie auch, wenn von Seiten des Conductors, oder der äufsern Belegung, Reihen von ifolirten mit Knöpfen und Spitzen verfehenen Leitern aufgeftellt werden. Bringt man die luftleeren Gläfer (§. 252. c.) damit in Verbindung, fo ift es daffelbe.

e) Dreht man aber den ifolirten, und durch obige Verbindung mit Spitzen geladnen Cörper fo, *dafs die Spitze des Knopfs von dem Conductor und feinem Wirkungskreife abgekehrt wird, fo ändern fich diefe Erfcheinungen des Lichtes in die entgegengefetzten.* Die Spitze am Knopfe zeigt, pofitiv electrifirt, nun einen Büfchel, die an der äufsern Belegung einen Stern. Hat man beym Laden der äufsern Belegung eine Spitze entgegengeftellt, fo zeigt diefe, fo wie die Spitze auf dem Knopf, einen Stern; jetzt zeigen beide einen Büfchel. Der Strom geht alfo wieder von einer Belegung zur andern in derfelben Richtung, mufs aber nothwendig bey beiden verfchiedne Erfcheinungen verurfachen, da er

für

für die eine der Lage nach eingehend, für die andre ausgehend ist.

f) Diese Strömung kann aber nur denn erfolgen, wenn eine Ab- oder Zuleitung sie unterhält, sonst entsteht eine blosse gleiche gewöhnliche Anfüllung oder Beraubung, die in kurzem ohne Umstände wieder in den vorigen Zustand zurückgeht. *Fehlt* daher *die Berührung mit einem Leiter an der äussern Belegung, so fällt auch die Strömung weg.* Spitzen, die die electrische Materie so leicht anziehen und abgeben, wirken noch auf die unvollkommen leitende Luft, bestimmen sie zur Fortsetzung des Stromes, und laden den belegten Cörper wirklich. Auffallend zeigt sich die Nothwendigkeit einer Strömung, und die Umkehrung derselben, wenn man in einem sowol am untern, als in einer beträchtlichen Entfernung am obern Theile von aussen belegten Cylinderglase einen Drath herabgehen läst, der mit zwey innern Belegungen zusammenhängt, die gerade auf jene äusseren treffen. Stellt man nun einen gekrümmt isolirten, an beiden Enden spitzigen Drath, von aussen so, dass jedes Ende an eine der äussern Belegungen in einer kleinen Entfernung zu stehen kommt, so sieht man, während dem positiven Electrisiren des Knopfs, an der obern Spitze des äussern Draths, der Stelle, wo die innere Electricität zuerst angezogen wird, einen Stern, an der untern einen Büschel; bringt man nun, wenn die Flasche geladen ist, eine Spitze gegen den Knopf oder Conductor, so wird die obere Spitze des Drathes einen Büschel zeigen, die untere aber einen Stern.

g) Das *Anziehen und Abstoßen hängt* auch *mit der vorigen Strömung und ihrem Wechsel zusammen.* Die äußere Belegung electrisirt die Anzeiger im Anfang positiv, hernach negativ, wenn die innere Belegung positiv wird, und Anzeigern diese Electricität mittheilt. Bringt man zwey Anzeiger, durch die verschiednen Belege electrisirt, zusammen, so hört ihre beiderseitige Wirkung auf. Es bedarf vielleicht keiner Erinnerung, daß man nichts von der Electricität der äußern Belegung merken kann, wenn die geladne Flasche, oder der Cörper überhaupt, nicht nach dem Laden isolirt ist.

Um die Ströme beider Belegungen auf einander wirken zu lassen, zieht man einen Drath von der äußern Belegung so, daß man ihn nun in beliebige Entfernungen von der innern bringen kann; oder man biegt einen Drath, der an beiden Enden spitzig, oder mit Knöpfen versehen ist, gabelförmig, befestigt ihn in seiner Mitte an einem isolirenden Handgriff, hält das eine Ende erst an die äußere Belegung, und nähert hierauf das andre mehr oder weniger der innern. Um es noch bequemer zu haben, stellt man zwey isolirte Leiter, wovon der eine mit der äußern Belegung zusammenhängt, gegeneinander, und bringt denn, wenn man eben will, den andern Leiter mit der innern in Verbindung. Alle diese Einrichtungen heißen *Auslader*, da sie, durch die von außen bewirkte Strömung, die Ladung aufheben.

Bringt man Korkkugeln, die an seidnen Faden hängen, zwischen die beiden Belegungen und ihre Fortsätze, so begeben sie sich wechselsweis von einer zur andern (§. 250. f.).

Ha-

Haben ſie leinene kurze Fäden an den Seiten, ſo umgreifen die Fäden, wie Spinnenfüſse, das anziehende Ende, und werden nachher mit der Kugel abgeſtoſsen. Bey ſchwachen Ladungen erfolgen noch zwey artige, und ſich ähnliche Erſcheinungen. Eine Lichtflamme ſowol, als einige in Entfernung gelegte Korkkugeln, werden immer *gegen die Seite getrieben, wo die Electricität negativ iſt.*

h) Die *Richtung der Electricität* geht alſo bey den geladnen Cörpern immer durch das Glas, nur erſt ſo, denn umgekehrt, und das nach und nach zu dieſem letztern Strome beſtimmte Glas erhält ihn nachher noch dauernd. Es geſchieht dieſes *durch die Hinderung im Glaſe und in der umgebenden Luft,* wodurch *das Beſtreben der Strömung unterhalten* wird. Bringt man die geladne Flaſche in den luftleeren Raum, ſo wird ſie ſehr bald entladen, das heiſst, die Electricität der einen Belegung ſtrömt durch die dünnere Luft ungehindert zur andern, das Gleichgewicht wird hergeſtellt, und die Erſcheinungen hören auf. Durch die obigen Auslader geſchieht daſſelbe, und, je reiner und dichter die Luft iſt, um ſo beſſer wird das Beſtreben und die Wirkung ſeyn. Aber auch die Hinderung im Glaſe unterhält das Beſtreben des Stromes. Dickes Glas wird ſchwerer, aber auch ſtärker geladen, als dünnes. Nimmt die Electricität aber an der innern Belegung zu beträchtlich zu, ſo wird ſelbſt das Glas von der Gewalt des Stromes durchbrochen, der Weg zu beiden Belegungen ſteht vollkommen frey, die gegenwärtige Strömung hört auf, und eine neue ähnliche kann nicht entſtehen, da die vermittelnde Hinderung fehlt.

Schon

Schon hieraus läſst ſich vermuthen, daſs der *Funke*, der in der Luft zwiſchen beiden Belegungen entſteht, und der Funke überhaupt, nichts andres ſey, als eine plötzliche Durchbrechung einer geladnen Luftſchicht, welches ſich bald noch mehr beſtätigen wird. Denn auch die Durchbrechung des Glaſes geſchieht mit einem Blitze.

Der Funke, oder Blitz, der zwiſchen den Belegungen in der Luft entſteht, und von dem gemeinen Funken, wie wir ſchon jetzt vermutheten, nicht dem Weſentlichen, ſondern der Stärke nach abweicht, läſst uns eben dadurch eine Menge von Erfahrungen über die Natur des electriſchen Feuers, Stoſses und Stromes gewinnen (§. 256. 257.). Jetzt will ich nur einer einzigen erwähnen, die, ſo wie einige kurz vorher, noch den *weſentlichen Unterſchied der zwey electriſchen Ströme und ihre Gegenwart in den Belegungen* unwiderſprechlich beweiſen kann. Man beſtreiche ein Kartenblatt auf beiden Seiten mit Zinnober, und bringe es zwiſchen die zwey Leiter des Ausladers (§. 255. g.), ſo daſs ihre Enden in einiger Entfernung von einander ſtehen, dieſes die eine, jenes aber die andre Seite der Karte berührt. Entladet man nun eine poſitive Flaſche, ſo wird von dem Ende der innern Belegung auf ſeiner Seite ein ſchwarzer Strich über das Blatt laufen, und daſſelbe erſt da durchbohren, wo das Ende der äuſsern Belegung gegenüber ſteht; entladet man eine negative Flaſche, ſo wird der Strich von der äuſsern Belegung anfangen, auf jener Seite fortgehen, und die Durchbohrung erſt geſchehen, wenn der Strich bis in die Gegend kommt,

wel-

welche dem Ende der innern Belegung gegenüber liegt.

i) Unter gleichen Umständen wird *die Luft, als ein electrischer* hindernder *Cörper, geladen*, wie das Glas, nur wegen der geringern Hinderung, die eine frühere Durchbrechung zuläfst, weit fchwächer. Stellt man zwey grofse metallene, oder mit Metall überzogene Platten parallel in einiger Entfernung mit ihren Flächen gegeneinander, fo fchliefsen fie eine Luftfchicht zwifchen fich ein, und find gleichfam die Belegungen derfelben. Wird eine diefer Platten ifolirt, die andre aber mit dem Conductor verbunden, fo zeigen fie gegen Anzeiger, Spitzen, Licht, Gefühl u. f. w. daffelbe, was wir von den Belegungen der Glasplatten bemerkten, nur weit fchwächer, weil bey einer ftärkern Wirkung der mitgetheilten Electricität diefe *durchbricht, in Geftalt eines Funkens* von der electrifirten Platte zur andern geht, und die Ausladung bewirkt. Hier fehen wir einen Funken in freyer Luft entftehen, wie einen andern, aber offenbar durch die ftarke Einwirkung zweyer Electricitäten gegeneinander, oder durch eine heftige electrifche Strömung; er entfteht unter denfelben Umftänden, unter denen er eine geladene Glasplatte durchbricht. Bey jedem andern electrifchen Funken ift eine Ableitung, ein Wirkungskreis, und in demfelben ein leitender Cörper von entgegengefetzter Electricität, zwifchen beiden ein hinderndes Mittel, alles wie in dem gegenwärtigen Falle; *jeder Funke ift alfo eine Durchbrechung des Mittels beym Beftreben eines electrifchen Stromes von einem Leiter zum andern überzugehen.* Zwey gleiche Wirkungskreife geben ihn nie.

k) So

k) So wie eine merkliche Electricität durch eine ſtarke Hinderung in den geladnen Cörpern verſtärkt, und noch merklicher gemacht wird, ſo wird eine geringe und unmerkliche Electricität durch eine geringere Hinderung erſt bemerkbar. Ein Werkzeug zu dieſer letztern Abſicht wird ein *Condenſator* genennt, und man erhält es z. B. wenn man eine nicht vollkommen leitende Platte mit einem Harzfirniſs dünn überzieht, und eine iſolirte Metallplatte auf ſelbige ſetzt; oder auch, wenn man dieſe Metallplatte mit einem zarten electriſchen Cörper, als dünnem ſeidenen Zeuge, überzieht, und ſie auf den unvollkommnen an ſie anpaſſenden Leiter bringt. Wird dieſe obere Platte, gleichſam die innere Belegung, in dieſer Stellung mit Cörpern in Verbindung gebracht, die eine äuſserſt ſchwache Electricität äuſsern, ja, welche nicht einmal auf die Anzeiger wirken, ſo wird, auch nach und nach, die Electricität in der obern Platte ſo merklich, daſs ſie Fäden anzieht, ja ſogar Funken giebt, nachdem ſie abgehoben worden. Iſt die Electricität, welche auf die Platte wirkt, ſelbſt ſehr ſtark, ſo durchdringt ſie die ſchwache Hinderung gänzlich, und das Werkzeug hat nun keinen Zweck.

§. 256.

Die mit der Electricität verbundne Wärme äuſsert ſich erſt, wenn ſie, in beträchtlicher Stärke, als Feuer, zugleich mit dem Lichte hervorkommt, und auch dann noch auf eine unterſcheidende Art.

a) Der bloſse electriſche unſichtbare Wirkungskreis, ja ſelbſt der ſtille Schein, der Stern und Büſchel des electriſchen Lichtes, zeigen keine ſehr merkliche

liche Einwirkung der Wärme auf unorganische Cörper, da doch andre Aeuſserungen der Wärme, die mit Licht verbunden ſind, als Gluth die ſtärkſten Veränderungen hervorbringen. Bey ſehr empfindlichen Thermometern, deren Kugeln man zwiſchen den Conductor und eine ableitende Maſſe ſtellte, ſoll das Queckſilber doch oft auf 30 Grade geſtiegen ſeyn. Man bediente ſich hölzerner Kugeln, um die Strömung zu bewirken.

b) Nur der *electriſche Funke* zeigt die *erſten Wirkungen der Wärme*, aber eben ſo plötzlich, als er entſteht und verſchwindet. Schon der gewöhnliche Funke des Conductors iſt vermögend, Weingeiſt und brennbare Luft zu *entzünden;* Colophonium zwiſchen lockere Baumwolle gepudert, oder Schieſspulver in eine kleine Patrone gepfropft, bedarf ſchon eines Schlages aus geladenen Cörpern. Waſſer und Eis kann die Entzündung als leitender Cörper vermitteln. Beym Weingeiſt läſst man den Funken auf ihn ſelbſt gehen, die brennbare Luft wird dem Funken ſo ausgeſetzt, daſs er durch ſie hingeht; bey den letztern Zündungen ſteckt man einen ſtumpfſpitzigen Drath ſo in die Maſſe, daſs er noch von einem Theil derſelben bedeckt bleibt, und nähert ihn ſo dem Knopf der Flaſche, wenn er am andern Ende mit der äuſsern Belegung verbunden iſt.

c) Die ſtärkſten Wirkungen der künſtlichen Electricität erhält man nicht durch einzelne geladne Flaſchen, ſondern durch die vereinigte Kraft einer groſsen Menge. Eine ſolche Anſtalt heiſst eine *electriſche Batterie;* bis zu mehrern Hunderten werden Flaſchen auf den mit Metall belegten

Bo-

Boden eines Kaſtens geſetzt, und ihre Dräthe werden eben ſo verbunden, ſo daſs man durch einen Knopf die ganze Kraft der innern Belegung, gegen die äuſsere, auf einen mit letzterer verbundnen Leiter ausladen kann. Sie muſs, wenn ſie eine beträchtliche Gröſse hat, mit vieler Vorſicht behandelt werden, man bedient ſich zu ihrer Ausladung einer feſtſtehenden Geräthſchaft, wie ich ihrer ſchon oben erwähnt habe (§. 255. g.), und bringt die Cörper, auf welche der Schlag wirken ſoll, vorher zwiſchen die Leiter des Ausladers in die gehörige Stellung, ehe man den einen Auslader mit dem Knopfe verbindet. Dadurch, daſs man die *Funken einzelner Flaſchen* durch kleine Oeffnungen urſprünglich electriſcher Cörper gehen lieſs, will man ſie doch über das gewöhnliche verſtärkt, und den Wirkungen der Batterie näher gebracht haben.

d) Mit Hülfe einer Batterie iſt man vermögend *Metalle* in dem Augenblicke *zu ſchmelzen*, indem der Blitz bey der Ausladung aller Flaſchen hervorbricht. Um einen Drath, deſſen Stärke etwa $\frac{1}{50}$ Zoll beträgt, und der etwa zwey Schuhe lang iſt, zu ſchmelzen, wird wenigſtens eine Batterie von 30 belegten Quadratfüſsen erfodert. Das Glühen des Drathes fängt gewöhnlich an der poſitiven Seite an, und geht gegen die negative fort. Je nachdem die Einwirkung ſtark iſt, ſo wird der Drath nur glühend, in gröſsern Tropfen geſchmolzen, in Funken umhergeworfen, oder gänzlich zerſtreut. Die geſchmolznen Tropfen des Metalls ſind meiſt inwendig hohl. Die Kraft, welche angewendet werden muſs, ſteht nicht mit der Maſſe des zu

ſchmel-

ſchmelzenden im Verhältniſs, und eine doppelt ſo groſse Maſſe wird bey weitem noch nicht durch eine doppelt gröſsere Batterie zum Schmelzen gebracht. Sehr dünn geſchlagne Metallblättchen werden, wenn man ſie zwiſchen Glasplättchen preſst, und den Schlag einer einzelnen ſtarken Flaſche durchgehen läſst, geſchmolzen, und vereinigen ſich ſo ſtark mit der Oberfläche des Glaſes, daſs ſie faſt gar nicht davon zu trennen ſind. Einen zweyten Schlag leitet dieſes ungeſchmolzne Metall nicht fort. Wird eine Batterie durch zwey gegeneinander gekehrte, polirte, convexe, etwas groſse und flache Metallſtücke entladen, ſo bilden ſich auf jedem concentriſche Cirkel um einen Mittelpunct, die eine Schmelzung anzuzeigen ſcheinen, da ſie, genau betrachtet, aus Klümpchen und Höhlen beſtehen.

c) Iſt die Wirkung des Schlages verhältniſsmäſsig noch ſtärker, als zum Schmelzen erforderlich wäre, ſo *wird das Metall verkalkt.* Durch den Schlag einer Batterie von 130 Füſsen Belegung hat man Dräthe von $\frac{1}{40}$ Zoll Dicke, und noch leichter andre von gröſsrer Feinheit in Kalk verwandelt, wobey es merkwürdig iſt, daſs die *verkalkten Theile* bey der ſtärkſten Einwirkung *als eine dichte Rauchwolke*, bey einer etwas geringern, aber auch als ſichtbare und beträchtliche, mit dem Rauche gemiſchte *Flocken*, langſam in die Höhe ſteigen. Den Queckſilbertropfen widerfährt etwas ähnliches, und ſchon bey geringern Schlägen wird das Queckſilber als eine ſchwarze Materie an die Wände des Glaſes geworfen, innerhalb welchem es die Electricität empfängt. In Vitriolluft geſchieht dieſe Schwär-

zung noch ſtärker. Die in gemeiner Luft entſtandne Schwärze ſcheint blos aus der Zertheilung entſtanden zu ſeyn, und die Materie vereinigt ſich beym Erwärmen wieder in Tropfen.

f) Umgekehrt werden aber auch vorhandne *Metallkalke* durch das electriſche Feuer *wieder hergeſtellt;* ein deutlicher Beweis, daſs Brennbares beym electriſchen Funken entbunden werde. Mit groſsen Batterien, und bey möglichſter Vorſicht alles glänzende Metall bey Anſtellung des Verſuches zu entfernen, hat man aufs unleugbarſte die Wiederherſtellung der Kalke von Bley, Zinn, Zink und Spieſsglanz bewirkt. Beym Eiſenkalk zeigten ſich Spuren von Glanz, auch ſoll der Wismuthkalk reducirt worden ſeyn.

§. 257.

Der electriſche Strom, der durch die Ladung merklicher gemacht wird, zeigt eine ſtoſsende Kraft, und noch andre merkwürdige Eigenheiten.

a) Die ſtarke Strömung der Electricität von einer Belegung zur andern zeigt auffallende zum Theil *mechaniſche Wirkungen* eines Stoſses, zum Theil ſolche, die mit den *durch Wärme bewirkten Ausdehnungen* viel Aehnliches haben; und es ſcheint, als ob die erſtern nichts weiter wären, als Folge der letztern. Die plötzliche Hervorbrechung des electriſchen Feuers ſcheint gleichſam die nach und nach erfolgenden Wirkungen der andern Feuerarten zu hindern, aber dafür die Ausdehnung um ſo bemerkbarer zu machen. Wenn man innerhalb eines weichen Thonſtückes, in dem zwey Leiter des Ausladers in einiger Entfernung ſtecken, den Schlag durchgehen läſst, ſo wird der Thon aufgetrieben, und, wär er nicht

nicht feucht genug, zertrümmert. Flächen von Glas, Metall, Karten, Pappe u. d. werden von dem electrifchen Schlage durchbohrt, wenn er von einer Fläche gegenüber zur andern geht. An den Karten find beide Ränder der Durchbohrung erhaben, und es läfst fich nichts vom Gange beftimmen; beym Glafe auch nicht, doch findet man bey letzterm, wenn es von merklicher Dicke war, dafs die ftrahlenden Riffe, welche die Durchbohrungslinie in der Maffe des Glafes umgeben, bey dem Schlage mit pofitiver Electricität länger find, als bey dem Schlage mit der negativen. Läfst man den Schlag einer Batterie der Länge nach durch die Maffe einer Glastafel gehen, fo wird fie zerfchmettert, wenn man fie mit Gewichten befchwert, oder unten angekittet hat, wenigftens wird fie im Innern gefplittert, und leidet eine Erfchütterung. Die Glasplatten, zwifchen denen Metall gefchmolzen wird (§. 256. d.), zerbrechen oft bey dem Schlage. Dies thut auch ein feiner Queckfilberfaden, durch den man innerhalb eines gläfernen Haarröhrchens den Schlag gehen läfst. Daffelbe gefchieht, wenn der Funke unter Waffer in einer verftopften Glasröhre zwifchen zwey Dräthen hervorbricht; und hat man ftatt des Waffers Dinte genommen, fo wird fie in einen fo feinen Dunft verwandelt, dafs man keine Spuren von Schwärzung nahe bey der zerfprungnen Röhre bemerken kann. Die *Ausdünftungen der Flüffigkeiten werden* überhaupt durch die Electricität *befördert*, aber am meiften bey denen, die fchon mehr dazu geneigt find. Wenn das Waffer in einem langen und engen Gefäfse zu einem Theile der Verbindung bey der Explofion gemacht

macht wird, ſo empfindet der hineingetauchte Finger eine ganz eigne Erſchütterung, die derjenigen ähnlich iſt, die man bey einem Erdbeben auf der See empfindet. Locker zuſammengefügte feſte Cörper werden auseinander geworfen, wenn ſie in den Schlag kommen, wie bey dem ſogenannten *Donnerhauſe* geſchieht.

b) Die bey den Exploſionen, Funken und Büſcheln ausgedehnte Luft verurſacht den damit verbundnen *Schall;* offenbar wird die Luft in einem verſchloſsnen Raume durch den Funken ausgedehnt, und treibt eine Flüſſigkeit in einer zarten damit verbundnen Röhre in die Höhe. Man nennt dieſe Einrichtung das electriſche Thermometer. Die mitgetheilte Schütterung hat auch einen Antheil an dieſem Schalle, denn er iſt ſtärker, je gröſser die Hinderung war, die der durchbrechende Funke überwand, in dichterer Luft, in der Subſtanz des Glaſes u. ſ. w. Er iſt auch ſtärker, wenn die Exploſion durch einen Waſſertropfen, oder über die Waſſerfläche geht.

c) Den Gang des einfachen *Funkens* im Freyen haben wir ſchon betrachtet (§. 251. b.); jetzt iſt nur noch anzumerken, daſs er *bey der verſtärkten Electricität*, ſeiner Wirkung ohngeachtet, *nie ſo lang* wird, als ohne dieſelbe; daſs aber ſelbſt bey der Exploſion der Ladung die *Länge des Funkens mit der Stärke des Schlages im Verhältniſs* ſteht. So iſt noch eine Art von Electricitätsmeſſern entſtanden, die *Ausladeelectrometer*, wo man durch die Entfernungen der mit den Belegen zuſammenhängenden Leiter den Schlag bis zu einer beſtimmten Stärke bringen kann, die bey der beſtimmten Entfernung erſt mög-

möglich wird, aber auch nicht überſchritten werden kann, da die Entladung erfolgen muſs.

d) Der electriſche Strom geht *durch die Subſtanz der Leiter*, mit dem nämlichen Erfolge, wenn ſie auf den Seiten überall mit einer urſprünglich electriſchen Maſſe bedeckt, als wenn ſie frey ſind; durch den längſten Leiter geht er blitzſchnell, jedoch wird er in der Kraft *durch längere Leiter geſchwächt.* Am deutlichſten offenbarte ſich das bey den Einwirkungen einer Batterie auf metallenen Drath, der, wenn der Strom durch einen kürzern Leiter zu gehen hatte, in einer gröſsern Länge ſchmolz, als er nachher blos glühend wurde, da man den Leiter verlängerte. Aus dieſem Grunde geht auch wol der electriſche Strom *lieber den kürzern Weg durch einen ſchlechtern* aber dünnern *Leiter*, wie z. B. die Luft, als den längern Weg durch einen vollkommnern, aber dichtern, wie das Metall. Der Funke ſpringt alsdenn in die Luft über. Faſt umgekehrt iſt die Erſcheinung des *Ganges über die Oberfläche eines leitenden Cörpers*, z. B. des Waſſers, wo der verſtärkte Schlag, wenn man die Enden des Ausladers in Entfernung, aber nahe an die Oberfläche des Waſſers bringt, faſt noch weiter geht, als er, durch die Subſtanz zu gehen, nöthig gehabt hätte. Bey jenem Schlage über die Oberfläche, ſo wie bey dem Ueberſpringen, ja bey jeder Entladung einer Flaſche bemerkt man eine Erſcheinung, in welcher die Electricität ebenfalls mit der Wärme übereinſtimmt (§. 218. a.). Man nennt ſie den *Seitenſchlag*, und ſie iſt die Nebenwirkung des electriſchen Stromes auſser ſeinem Hauptgange. So entſtehen bey der Ueberſpringung, wenn

man den langen Leiter unterbricht, auch hier noch Funken, zum Zeichen, daſs nicht alle Electricität übergeſprungen ſey; beym Gange über die Oberfläche werden nebenbey befindliche Cörper erſchüttert, wie wir dergleichen Fälle ſchon oben bemerkten; eine mit der äuſsern Belegung verbundne Kette leuchtet, die damit verbundnen iſolirten Leiter zeigen Funken, wenn ſie beide bey der Ausladung auch nicht in Verbindung kommen, ſondern dieſelbe durch einen gabelförmigen Drath beſonders bewirkt wird. Daſs endlich die ſpitzige und ſcharfe *Form* der Leiter zur Annahme und Abgabe der Electricität, die flache Form electriſcher Cörper mehr zur erſten, die dickere aber zur letzten geſchickt ſey, iſt ſchon oben bemerkt worden (§. 248. h.).

e) *Der electriſche Schlag bringt* theils *auf chemiſche*, theils *auf mechaniſche Weiſe* auf den Oberflächen der Cörper verſchiedne *Farben hervor*. Zu der erſtern Art gehören mehrere Schwärzungen, wenn der Schlag über Glas und Papier, oder wenn er über eine mit Zinnober oder Bleyweiſs beſtrichne Fläche geht. Die Wirkung iſt einerley, dieſe Farben mögen mit Waſſer oder Oehl aufgeſtrichen ſeyn. Merkwürdig iſt es, daſs das mit Oehl aufgetragne Bleyweiſs, je friſcher die Farbe iſt, die Schwärzung in einer kurzen Zeit von ſelbſt verliehrt. Carmin und Mennige erhielten ein etwas dunkleres Roth. Zu den mechaniſch hervorgebrachten Farben gehören diejenigen Regenbogenfarben, welche bey Zerſplitterung des Glaſes in ſeinem Innern, oder auf der Oberfläche entſtehen, und die farbigen Ringe, welche bey dem Schlage einer Batterie aus einem zugeſpitzten Leiter auf einem flachen Metall-

Metallſtücke zum Vorſchein kommen. Sie verdanken der veränderten Lage der Theilchen, und der Zerreiſsung der Oberfläche ihr Daſeyn.

f) *Nach dem Schlage* bemerkt man oft, daſs der phosphoriſche Geruch längere Zeit *noch vorhanden* iſt, und zuweilen hat die Oberfläche, die vom Schlage getroffen wurde, noch einen Lichtſchein behalten.

g) Wenn man eine mit Harz überzogne Fläche mit Staub vom Kolbenmoos, oder mit Harzſtaub beſtreut, und den electriſchen Strom aus Knöpfen, Spitzen, geladnen Flaſchen auf dieſes Pulver wirken läſst, ſo bildet er *eigne und beſtimmte Figuren*, die, ſo wie die Sandfiguren auf ſchwingenden Flächen (§. 206. d.), ihre beſtimmte Urſache haben müſſen, aber nicht wohl zu erklären, und hier nicht der Reihe nach durchzugehen ſind.

§. 258.

Die dauernde Kraft urſprünglich electriſcher Cörper, die Veränderung der Electricität durch Ableitung, und die Eigenſchaften der Wirkungskreiſe, zeigen ſich auf eine merkwürdige Art bey dem ſogenannten Electrophor.

a) Eine zwiſchen zwey leitende eingeſchloſsne, urſprünglich electriſche Platte, die jene beiden noch von einander entfernt hält, wäre, nach dem obigen (§. 255. a.), zu einer Ladung vollkommen eingerichtet. Läſst ſich aber die eine leitende Platte, gewöhnlich die obere, an einem ſie iſolirenden Mittel abnehmen, ſo heiſst das Werkzeug ein *Electrophor* oder *Electricitätsträger*, von der lange anhaltenden Wirkſamkeit, die es auszeichnet. Eine Glastafel auf

Metall gelegt, oder ein Harzkuchen in einen metallenen Teller gegoſſen, und eine kleinere wohl paſſende, metallene, oder mit metalliſchen Theilen überzogne Platte, die an eine Glas- oder Siegellackſtange gekittet, oder mit ſeidnen Bändern und Schnüren zum Aufheben verſehen iſt, ſind die Hauptttheile deſſelben. Mehrere Handgriffe bey der Verfertigung muſs ich hier ganz übergehen.

b) Reibt man den urſprünglich *electriſchen Cörper* mit den dazu dienlichen Subſtanzen (das Harz peitſcht man gewöhnlich mit Katzen - oder Fuchspelz), ſo wird die ihm *eigne Electricität* in ihm erregt. Aber ſie iſt wegen der flachen Form *ſehr ſchwach*, und eben ſo äuſsert ſie ſich auch in der obern Platte, wenn ſie von der electriſchen abgenommen wird. Sie giebt aus ihr, ſelbſt bey einem groſsen Umfange, keine Funken.

c) Wird aber *vor dem Aufheben die obere Platte von einem vollkommnen Leiter berührt*, ſo wird ſie durch eine eröffnete Strömung in einen entgegengeſetzten Zuſtand gebracht. War ſie, wie der electriſche Cörper, überfüllt und poſitiv, ſo erhält ſie nun Gelegenheit, ihren Ueberfluſs abzugeben, aber, da ſie überall iſolirt iſt, kann ſie, nach Wegnahme des Leiters, nirgendsher ihren erlittnen Verluſt erſetzen, wenn ſie anders mit keinen Spitzen verſehen iſt. Wird ſie nun, ſo negativ electriſirt, aufgehoben, ſo wird ſie in dem Wirkungskreiſe des poſitiven Cörpers immer negativer werden müſſen, wenn man ſie weiter von ihm entfernt, und die Stärke der Strömung mit der Stärke der Hinderung zunimmt. Bey negativer Electricität iſt alles umgekehrt.

d) Stellt

d) *Stellt man den Electrophor*, ſtatt daſs er bey den vorigen Verſuchen auf Leitern befindlich war, *auf urſprünglich electriſche Cörper*, und iſolirt ihn; ſo wird, bey der vorigen Behandlung (§. 258. c.), die obere Platte nach dem Aufheben gegen den Finger, oder einen andern Leiter, Funken geben, und dieſes wird mehreremal geſchehen, ohne daſs eine Veränderung merklich würde. *Nach und nach* aber werden *die Funken ſchwächer* werden, und *zuletzt* wird man *gar keine mehr* erhalten, eben ſo wenig, als vom Conductor einer Maſchine, deren Küſſen iſolirt ſind. Die Strömung, oder eigne Wirkung des electriſchen Cörpers, wirkte auf die Platte, ein äuſserer Leiter auf dieſe, und denn die Wirkungskreiſe auf einander: dieſe letztern Wirkungen müſſen wegfallen, wenn die erſtere, ihre Urſache, nicht mehr vorhanden iſt. Und dieſes geſchieht beym Iſoliren. Die im Gleichgewicht befindliche und vorhandne electriſche Materie der untern Platte wird endlich erſchöpft, und der Strom in der electriſchen Platte kann nicht mehr unterhalten werden (§. 249. h.).

e) Bringt man Anzeiger an dieſe untere iſolirte Platte, ſo gehen ſie, da ſie ſelbſt Materie herbeyführen, eine Strömung bewirken, und die nemliche empfangen, auseinander, und zwar mit der Electricität der mittlern Platte. Dies werden ſie bey jedem Abheben der obern Platte thun, wenn die beiden Wirkungskreiſe entfernt ſind, ſo wie ſich aber die obere Platte der mittlern nähert, und die beiden Strömungen mit zu wenigem Hinderniſs aus ihren Cörpern aufeinander wirken, und die Seitenwirkung wegfällt (§. 252. d.), gehen ſie zuſammen. Die aus-

einandergehenden Anzeiger werden von der aufgehobnen obern Platte angezogen, von einem Cörper aber, der die Electricität der mittlern beſitzt, abgeſtoſsen. Anzeiger auf der obern Platte angebracht, thun das Gegentheil. Alle Erſcheinungen des Lichtes, die mit dieſer Verſchiedenheit verbunden ſind (§. 252. c.), zeigen ſich auch hier. Eben ſo der heftigere Zug zwiſchen beiden Strömungen, die verſtärkte Electricität, oder der Schlag; die Empfindung hat was Aehnliches von der, welche die Entladung der Flaſche bewirkt, wenn man den einen Finger an die untere Platte anlegt, und denn die aufgehobne obere mit einem andern Finger derſelben Hand berührt; und wenn der Electrophor groſs iſt, ſo wird der Funke zwiſchen der obern Platte und einem von der untern herkommenden Metallknopfe blitzähnlich, wie bey der Entladung.

f) *Nicht blos durch das* beſtändig fortgeſetzte *Funkenziehen aus der obern Platte* (§. 258. d.) *wird der iſolirte Electrophor erſchöpft*, es geſchieht auch, wenn man, nach Aufheben der obern Platte, nicht nur aus dieſer, ſondern auch aus der untern Platte den Funken zieht. Es iſt gleichviel, welche Berührung zuerſt geſchieht, ob bey der untern, oder der obern Platte. Die electriſche Materie der beiden Leiter, welche die Wirkungen der mittlern Platte unterhalten ſoll, wird erſchöpft, und wenn man gleich nun die Platten, liegend oder aufgehoben, nach einander berührt, ſo erhält man doch keine Funken, und die Anzeiger ſtoſsen ſich nicht.

g) *Berührt man beide leitende Platten des erſchöpften Electrophors, indem die obere auf der mittlern*

lern ruht, ſo wird die obere nach dem Aufheben *Funken wiedergeben*, und dieſes, wenn ſie allein berührt wird, wie beym uniſolirten Electrophor, mehreremal wiederholen, bis man ſie von neuem erſchöpft. Dieſer Fall iſt, die längere Zuſtrömung ausgenommen, derſelbe, wie bey dem Mangel der Iſolirung. Hier geht nur der Cirkel durch die Hand oder durch eine Perſon, dort aber auch durch den Boden und das leitende Fuſsgeſtell des Electrophors.

h) Die mittlere electriſche Platte wird alſo, nur auf eine etwas verſchiedene Art, wie eine geladene Platte, *durch einen Cirkel der Strömung zu einer verſtärkten Wirkung diſponirt*, und zeigt dieſelbe in ihren Belegungen, nachdem durch vermittelnde Leiter die Strömung aus einer in die andre eröffnet, nachher aber durch Iſolirungen unterbrochen, und in Wirkungskreiſen bemerkbar gemacht worden. Dort theilte ſich die Electricität der innern Belegung zu Anfang der äuſsern mit, äuſserte ſich ſelbſt, ſobald ſie gegen einen Leiter wirken konnte, und brachte die andre Belegung dadurch zu einer entgegengeſetzten Strömung, welche der geladene Cörper unterhielt, und zwiſchen welchen, von auſsen oder von innen, der Schlag entſtand. Beym Electrophor theilt ſich die Electricität des geriebnen Cörpers, die auch in ſeiner untern Belegung ſtattfindet, der obern in ihrer Schwäche mit. So wie die obere aber gegen einen Leiter wirken kann, der mit der untern in Verbindung ſteht; ſo wird eine Strömung aus einer Belegung in die andere und in die mit der einen verbundne electriſche Platte eröffnet, deren Beſtreben wirkſamer iſt, wenn die obere Belegung abgeho-

gehoben wird, und die Wirkungskreiſe eine ſtärkere Luftſchicht zwiſchen ſich bekommen. Bey den geladnen Cörpern hebt die äuſsere Verbindung der beiden Belegungen die mitgetheilte Electricität des geladnen auf, und ſtellt das Gleichgewicht wieder her; beym Electrophor hingegen unterhält ſie die Electricität des mittlern ſelbſtwirkenden Cörpers; beide leitende Platten kommen bey ihrer Verbindung, wenn ſie ſelbſt noch mit der mittlern verbunden ſind, in einerley Zuſtand, weder die obere noch die untere ſind von einander weſentlich verſchieden, es kommt blos darauf an, welche Platte abgehoben wird, und welche noch in Verbindung bleibt: war die mittlere Platte negativ, ſo wird bey der leitenden Verbindung die obere und untere Platte Materie bekommen, um gegen die mittlere Platte zuzuſtrömen; die untere, mit der electriſchen verbundne, wird dieſes Vermögen nur gegen die mittlere äuſsern, wo ſie mit ihr verbunden iſt, von auſsen aber ſelbſt Materie aus der Luft anziehen, und negativ ſeyn, wie die electriſche. Die obere aber wird, aufgehoben, dieſes Beſtreben äuſsern, ſobald ſie durch dazwiſchen gebrachte Luft gehindert wird, in die mittlere Platte ſelbſt einzuſtrömen. Durch die leitende Verbindung der noch zuſammen befindlichen Platten ſcheint in dieſem Falle *der Strom gegen den mittlern Cörper verſtärkt zu werden,* daher auch der Funke, den man aus der aufgehobnen Platte zieht, nach dieſer Verbindung, wenn ſie ſehr vollkommen und kurz war, weit ſtärker ausfällt, als wenn die Verbindung durch viele, lange, und minder vollkommne Leiter ging. Wird eine jede Platte für ſich entladen,

ſo

ſo kommt ſie für ſich ins Gleichgewicht, und die mittlere Platte iſt nicht vermögend genug, ſo merkliche Erſcheinungen in den leitenden hervorzubringen.

i) Den Namen des *Electricitätsträgers* erhält das beſchriebne Werkzeug von der langen Dauer der electriſchen Kraft, oder vielmehr des Vermögens, unter den obigen Umſtänden electriſche Erſcheinungen hervorzubringen, welches man bey der mittlern Platte wahrnimmt. Viele Wochen, ja Monate lang, kann man nach einmaligem Reiben Verſuche mit demſelben anſtellen. Ein Italiener, *Volta*, auch der Erfinder des Condenſators, hat die Aufmerkſamkeit auf dieſe Erſcheinungen am meiſten rege gemacht. Die ähnliche Verſtärkung oder Ladung iſt theils, und zuerſt, von einem Deutſchen, *von Kleiſt*, Domdechant zu Camin, theils durch einen Holländer, *Cunaeus*, der zu Leiden mit Muſchenbroeck Verſuche anſtellte, zufälliger Weiſe entdeckt worden. Dieſe wollten die Electricität innerhalb eines Glasgefäſses anhäufen; jener aber berührte den Drath, der in einem Arzneygläschen ſtack, und mit welchem er vorher Funken aus einer electriſirten Glasröhre gezogen hatte. Man nennt die Verſtärkung daher auch die Leidner Flaſche und den Kleiſtiſchen Verſuch.

§. 259.

Die Atmoſphäre iſt in der freyen Natur der gewöhnliche Schauplatz electriſcher Erſcheinungen.

a) Die trockne und reine Luft theilt vorzüglich des Abends und in der Nacht, im Freyen, der Haut und den Kleidern den nämlichen *Geruch* mit, den die electriſchen Strömungen hervorbringen, ohne

ohne Windſtoſs werden zuweilen *leichte Dinge* kräuſelnd in die Höhe *gezogen*, erhöhte Spitzen zeigen *Licht* auf ihren äuſserſten Enden, der Blitz ſcheint nichts als ein *electriſcher Funke im Groſsen* zu ſeyn, er hat das Anſehen einer Exploſion, und thut ähnliche Wirkungen.

b) Dieſe ſcheinbare *Gegenwart der Electricität in der Atmoſphäre* kann auch durch geltende Mittel bewieſen werden. Man kann dieſe atmoſphäriſche Electricität zu ſich durch Leiter in die Nähe bringen, und durch *Anzeiger*, oder, wenn ſie ſtark genug iſt, durch *Funken* ſichtbar machen, und nach ihrer Art unterſuchen. Die leichteſte Anſtalt iſt ein *Taſchenelectrometer*, eine mit Siegellack am einen Ende überzogne Glasröhre, an welches Ende man zwey Anzeiger von Hollundermark an leinenen Fäden anhängt, und ſo iſolirt der freyen electriſirten Luft ausſetzt. Am Futteral befindet ſich am einen Ende ein Stück Bernſtein, am andern Elfenbein, das auf Bernſtein iſolirt iſt; am Tuchkleide gerieben geben dieſe Enden, jenes die negative, dieſes die poſitive Electricität, um die Kügelchen damit zu probiren. Beym *Regenelectrometer* geht nur ein iſolirter mit den Anzeigern zuſammenhängender Drath heraus in das Freye, und durch noch mehreres, am Ende angebrachtes Drathwerk, empfängt er die Electricität des Regens. Man kann auch überhaupt zur Beobachtung der atmoſphäriſchen Electricität einen metallnen Drath in eine beträchtliche Höhe hinaufreichen laſſen, ihn iſoliren, und am untern Ende mit Anzeigern verſehen.

Eine Einrichtung von der letztern Art wird den Funken ſichtbar machen, wenn man dem un-

untern Ende, das man mit einem Knopfe versehen hat, einen ebenfalls knopfförmigen Leiter in gehöriger Entfernung entgegenstellt, und dann nennt man sie einen *Blitzfänger*. Durch den *electrischen Drachen*, der sich von dem gewöhnlichen nur dadurch unterscheidet, daſs seine Schnur mit leitenden Metallfäden durchzogen ist, kann man bey einer ähnlichen Einrichtung des untern Endes die Electricität aus noch gröſsern Höhen zu Funken herablocken. Die Versuche mit den Funken erfodern groſse Behutsamkeit, und ähnliche kosteten schon einem Naturforscher das Leben.

c) Die Luft ist, nach Beobachtungen mit jenen Werkzeugen, immer electrisch, und *gewöhnlich positiv*. Je höher die empfangenden Enden der Geräthschaft hinaufreichen, und überhaupt in *höhern Gegenden*, ist die Electricität beträchtlicher, als in niedrigen, wo die Luft unrein und gemischt wird. In diesen niedrigen Gegenden wird die Geräthschaft eigentlich in einem *mittlern Grade der Luftreinigkeit am leichtsten electrisirt*. Ist die Luft sehr rein und trocken, so leitet sie langsamer die Electricität aus den höhern Gegenden zur Geräthschaft herab, und es vergeht eine längere Zeit, ehe sich wieder Spuren von Electricität zeigen; ist die Luft im Gegentheil sehr feucht, so macht sie die Isolirung der Werkzeuge unvollkommen, und es erscheint keine Electricität. Ein mittlerer Zustand von Reinigkeit leitet und ersetzt sie am schnellsten.

Auſserdem zeigt sie sich *bey Uebergängen* und Veränderungen des Luftraums *am stärksten*, des Morgens und Abends, bey Thau, Nebel, Schnee,

Hagel, Regen, und zwar bey letzterm gewöhnlich *negativ.* So wenig auch die Electricität der Luft, und die daraus entſtehenden Gewitter, blos wie Irrwiſche und brennbare Dünſte anzuſehen ſind, ſo zeigt uns doch die Phlogiſtiſation bey electriſchen Erſcheinungen, der electriſche Geruch, die Seltenheit der Gewitter in den Polargegenden, ihr Erſcheinen im Sommer, und ihre entſetzlichen Wirkungen unter dem Aequator, daſs allerdings die *ſtärkere Ausſcheidung brennbarer Theile die Electricität des Luftraums vermehren könne.*

d) Mit Unrecht ſind die Vulcane und die mit ihnen zuſammenhängenden Erdbeben (§. 44. d — f.), wenn gleich ein Blitz eine Zündung, und der Schlag eine bebende Erſchütterung hervorbringen kann, den electriſchen Wirkungen zugeſchrieben worden. Wir können ſie im Zuſammenhange aller Umſtände weit ungezwungener einſehen.

Die Irrwiſche gehören auch nicht dahin (§. 228. b.), und über die Drachen, Sternſchnuppen u. ſ. w. läſst ſich nichts beſtimmtes angeben. Des Polarlichtes wird bey dem Magnetiſmus gedacht werden, und es iſt möglich, daſs es in einer Verbindung mit der Electricität ſtehe, wovon in der Folge mehr.

Aber das Anziehen und Stoſsen zeigt ſich bey einigen groſsen, fürchterlichen, und für die Menſchen gefährlichen Erſcheinungen, der *Waſſerhoſe*, den *Wirbelwinden*, welche aber auch blos von Abprallungen des Windes entſtehen können, und den *Orcanen.* Wenn eine electriſche Wolke über dem Waſſer in gehöriger Nähe und Stärke wegzieht, ſo erhebt ſich das Waſſer

gegen

gegen ſie, ſo wie ſie ſelbſt ſich gegen dieſe Erhebung abwärts verlängert. Beide Verlängerungen flieſsen zuſammen, es entſteht oft in dieſem Augenblicke ein Blitz an denſelben, die ganze Säule wird mit der anliegenden Oberfläche des Waſſers kreiſelartig herumgetrieben, das Waſſer ſteigt, wie aus einer Spritze, in der Säule empor, und die Erſcheinung wird in einem Waſſerguſs aufgelöſt. Wenn jene Wolke von Winden ſtark getrieben wird, ſo kann die Säule, die auf dem Meere die *Waſſerhoſe* giebt, auf dem Lande eine ähnliche Wirkung thun; ſie reiſst als ein *Wirbelwind* alles um, was ihr feſtes auf der Oberfläche begegnet, und leichtere Cörper führt ſie in ihrer wirbelnden Säule in die Höhe.

Die fürchterlichen Sturmwinde, die unter dem Namen der *Orcane* in den Indien, wo auch die vorigen Erſcheinungen gewöhnlicher vorkommen, bekandt ſind, ſcheinen nichts andres, als heftige Ausbrüche der atmoſphäriſchen Electricität zu ſeyn. Die Wirbelwinde, das Anziehen des Waſſers, des Staubes, die Gewitter und Regengüſſe, welche alle, in gröſster Stärke vereinigt, dieſe furchtbare Erſcheinung ausmachen, deuten gar ſehr auf die Electricität, und ihre Gewalt unter der heiſsen Zone.

e) Die gewöhnlichſten, und am meiſten auffallenden Wirkungen der Luftelectricität ſind die *Gewitter*, oder die Entladungen electriſirter Wolken. Für einen Entwurf, wie der unſrige iſt, würde es viel zu weitläufig ſeyn, wenn wir die mannigfaltigen *Geſtalten der Wolken* und ihren Zuſammenhang mit der Luftelectricität, der ohnehin noch bey weitem nicht genug beſtimmt iſt, durchgehen wollten. Es kann genug ſeyn,

nur

nur einige hervorſtechende Fälle zu bemerken. Offenbar ſieht man vorzüglich im Herbſt, welcher der Electricität überhaupt am günſtigſten zu ſeyn ſcheint, neblige Fleckchen am heitern Himmel entſtehen, zuſehends wachſen, und ſich zu Wolken bilden; ja gröſsre Wolken ziehen kleinere an, und vereinigen ſich mit ihnen. Im Gegentheil bemerkt man auch, daſs zuſehends groſse Wolken ſich an ihrem Umkreiſe in Flocken theilen, daſs dieſe Flocken ſich von einander ſträuben, dadurch immer feiner zertheilt werden, und ſich endlich unſichtbar auflöſen. Hier ſieht man die gröſste Aehnlichkeit electriſcher Anziehung und Abſtoſsung. Ehe ein Gewitter ausbricht, ſo ſieht man dies ſchon an der Färbung, und an dem Verhältniſſe der Wolken; gewöhnlich ſtehen hellgraue Wolken auf einem dunklern und gleichförmigen Hintergrunde.

f) Die *Entladung einer electriſirten Wolke* geſchieht theils *gegen eine andre Wolke*, theils *gegen die Erde.* Jener Fall kommt öfter vor, wenn mehrere Wolken nebeneinander ſtehen, und die vielen Explosionen zwiſchen ihnen verurſachen das Rollen des Donners. Einzelne Wolken entladen ſich gegen die Erde, vorzüglich, wenn leitende Dünſte oder hoch hervorragende Leiter den Uebergang begünſtigen. Beym Blitz wird die ganze Wolke erleuchtet, aber der Funke ſelbſt wird durch den Widerſtand der Luft oftmals ſchlängelnd. Die ganze Erſcheinung des Blitzſtrahles iſt blos täuſchend; ſie beſteht nur aus einem Feuerball, der ſo ſchnell fortſchieſst, daſs er dadurch als ein Strahl erſcheint. Der Schall des Donners zeigt nach ſeiner Stärke, und nach der Zwiſchenzeit, die er erſt nach

dem

dem Blitze vorbeyläſst, ehe er ſich hören läſst, die Stärke und Entfernung des Gewitters an; überhaupt aber wird der Schall des Donners nahe an der Erde und in den Thälern durch die Reſonanz und das Echo verſtärkt, da er nahe an der blitzenden Wolke weit unbeträchtlicher iſt.

g) Im Groſsen zeigt der *Blitz die nämliche Eigenſchaft und Wirkung, wie die Exploſion der verſtärkten Electricität* im Kleinen. *Erſtens* wirkt die Gewitteratmoſphäre ſtärker auf nähere, hier alſo höhere Cörper, als Berge, Wälder, Bäume, Thürme, Maſten u. d. *Zweytens* wird ſie durch ſtumpfe Leiter mit einem Anziehen der electriſchen Wolke, und hierauf plötzlich mit einem Blitz, Knall, und heftiger Wirkung entladen. *Drittens* geſchieht dieſe Entladung durch einen ſpitzigen Leiter, entweder ohne Anziehen, oder doch mit einer ungleich geringern, und langſam, ohne Heftigkeit, mit einem ſtillen Lichte. Gewitterwolken, die über Spitzen, neben welchen keine Knöpfe noch höher ſtehen, wegziehen, werden ſichtlich entkräftet, und entladen ſich jenſeits nicht mehr. Die durch eine Spitze entladene Wolke entfernt ſich vielmehr, da die Urſache ihrer Anziehung wegfällt. *Viertens:* Ununterbrochnes Metall iſt das beſte und bequemſte Ableitungsmittel der Electricität. Dem Waſſer, als dem andern beſten Ableiter, kann man keine Form geben, und es kann blos dienen, um die letzte Ableitung am Ende des Metalls zu bewirken. Der Seitenſchlag iſt neben einen vollkommnen Ableiter äuſserſt unbeträchtlich (§. 257. d.). Zwiſchen den Unterbrechungen des Ableiters entſtehen

 Fun-

Funken, und ihre Folgen, Entzündung, und Zerſtörung; die, wenn die Unterbrechung zu groſs iſt, auch auf andre unvollkommene Leiter zur Seite abweichen kann. *Fünftens:* Dünne Leiter von Metall ſind beym Durchgange der ſtarken Electricität dem Glühendwerden und Schmelzen, alſo einer mittelbaren Zündung, und einer Unterbrechung ausgeſetzt. *Sechstens:* Der Widerſtand, welcher den Gang des Schlages zur Seite einſchränkt, vermehrt ſeine Gewalt (§. 257. a.).

h) Alle *dieſe Sätze*, welche die Erfahrung gleichförmig bey der künſtlichen und atmoſphäriſchen Electricität beſtätigt, *laſſen ſich nun*, in Beziehung auf die letztere, *zur Sicherung der Menſchen und ihrer Güter in Anwendung bringen.* So werden alſo 1) nur die *höchſten Ableiter* die electriſche Wolke berauben. und dieſe Einwirkung auf die electriſirte Wolke nur auf eine gewiſſe Weite äuſsern können. Man bewaffnet daher die Thürme, Maſten, Schorſteine, Hausgiebel, als die höchſten Stellen, mit Ableitern, und bringt, ſtatt mehrere überflüſſige Spitzen nahe aneinander zu ſtellen, lieber alle 100 Fuſs. einen Ableiter an. Zur eignen Sicherung aber iſt es rathſam, alle beſonders hohe Cörper, die keine vollkommen eingerichtete Ableiter ſind, während des Zuges von Gewitterwolken zu vermeiden. 2) Eigentlich wird die electriſche Wolke von der ſtumpfen Erdfläche angezogen, aber ein *ſtumpfer Ableiter* wird dieſes nicht hindern, und überdem eine unſichere und heftige Ausladung geſtatten. 3) Die *ſpitzigen Ableiter* können zwar in ſolchen Fällen, wo die Electricität in groſser Menge auf einmal wirkt, hier

hier so gut, wie bey starken Maschinen im Freyen von einem Blitze getroffen werden, alsdenn aber ist es das, was bey den stumpfen jederzeit geschieht; vorher hat die Spitze doch auch schon viel eingesogen, und in den meisten Fällen geschieht wirklich nur die stille Entladung, die Entfernung und Schwächung der electrischen Wolke. Bey Nacht erscheint auf der Spitze ein Lichtstern, welches Licht nach seiner abergläubischen Verehrung Castor und Pollux, St. Elmsfeuer u. s. w. von den ältern und neuern Seefahrern, die es an den Masten erblickten, genennt wurde. Damit die spitzigen Ableiter auch solche bleiben können, müssen die Spitzen, wenn sie von Eisen sind und leicht rosten könnten, mit Silber oder Gold hinlänglich überzogen seyn. 4) Die metallische *Ableitung* muſs *ununterbrochen* seyn; wenigstens, wenn es zu schwer hielte, die gehörige Länge mit einem ganzen Stück auszufüllen, so müſsten die mechanischen Zusammenfügungen, als Gewerbe, Niethe, Schrauben, und dergleichen, sehr genau passen, und sehr sorgfältig gearbeitet werden. Man bedient sich des Eisens und Bleyes, ersteres überfirniſst man, um es vor dem Roste zu bewahren. Man bringt ferner alles an dem Gebäude, Schiffe u. s. w. vorhandene, vorzüglich an Masse beträchtlichere oder hoch angebrachte Metall, mit dem Ableiter in Verbindung, um alles Nebenableiten und Ueberspringen zu verhüten. Das andre Ende des Ableiters muſs zuletzt vollkommen ableitend. und in Verbindung mit dem feuchten Erdboden, oder mit einer groſsen Wassermenge seyn, sonst würde die ganze Absicht verfehlt werden, und

der Blitz vielleicht feitwärts vom Ableiter überfpringen. Zur eignen Sicherung thut man wohl, wenn man fich von grofsen Metallmaffen, von langen Dräthen u. f. w. in einem Gebäude entfernt hält, da es möglich ift, dafs fie der electrifche Strom ergreift, und es meift ungewifs, ja fogar unwahrfcheinlich ift, dafs die mit ihnen verbundnen Theile des Gebäudes den Strom eben fo fchnell fortleiten follten. 5) Der *Ableiter* mufs *ftark genug* feyn, und hier hat die Erfahrung gezeigt, dafs Stäbe, die etwas mehr als einen Zoll dick waren, eine hinlängliche Stärke befafsen, um bey übrigens guten Umftänden von dem ftärkften Schlage nicht zu leiden. 6) Man hält den Ableiter in feinem Gange durch Arme etwas *vom Gebäude entfernt*, um die Seitenwirkung zu vermindern.

Durch die gehörige, und in jedem befondern Falle fchickliche Anwendung der obigen, aus der Natur der Sache felbft hergeleiteten Regeln, wovon ich nur das Wefentlichfte anzeigen durfte, hat man es dahin gebracht, Menfchen, Gebäude, und Gegenden, oft unwiderfprechlich mit dem beften Fortgange zu fichern, die Gewitterwolken zu entkräften, oder ihrem Blitze einen unfchädlichen Weg anzuweifen. Die ganze Natur und alle ihre Gefetze ftehen für den Menfchen da, um feine Forfchungskraft an ihnen zu verfuchen, und, wenn es vorkommt, die Refultate diefer Gefetze zu feinem Nutzen zu verwenden; er kann die Natur und die göttliche Kraft, die fie nach unfrer Vorausfetzung erhält, nicht beleidigen, wenn er fich ihrer eignen Kräfte bedient; er thut diefes in andern Fällen täglich und augenblicklich zu feiner Erhaltung, und nur

fehr

sehr schwache Begriffe von Gott, Natur und menschlicher Bestimmung konnten hier einen frevelhaften Eingriff in die Gesetze der Weltregierung finden, wo nichts war, als die schönste Befolgung ihres Willens, in der Ableitung des Blitzes, und im denkenden Menschen, der sie ersann.

§. 260.

Die electrischen Wirkungen, die in der leblosen Natur so kräftig sind, zeigen auch einen besondern Einfluß auf die organische.

a) Das Steigen empfindlicher Thermometer, die vermehrte Ausdünstung der Flüssigkeiten, die Ausdehnung derselben und andrer weicher und fester Substanzen (§. 256. a. §. 257. a.), welches alles durch die Electricität konnte bewirkt werden, läßt schon im Voraus hoffen, *sie werde auf die* festen, aus feinen Gefäßsen zusammengesetzten, und mit Flüssigkeiten erfüllten *organischen Cörper nicht wenig wirksam seyn.* Für den thierischen Cörper insbesondre läßt dieses der Reitz, der durch den electrischen Funken hervorgebracht wird, bey der starken und mannigfaltigen Wirkung aller Reizmittel auf denselben, sicher vermuthen, welches wir nachher näher betrachten wollen.

b) Aber auffallend ist es, daſs nicht nur die Lebenskraft von der Electricität modificirt werden kann, sondern, daſs es Geschöpfe giebt, bey denen *die Lebenskraft selbst mit einer ursprünglich und noch dazu ungewöhnlich wirkenden,* von dem Willen abhängigen, aber ausgemachten *Electricität verbunden* ist. Diese merkwürdige

Erſcheinung zeigt ſich in der Claſſe der Fiſche. Den Zitterrochen kannten die Alten ſchon, aber in der neuern Zeit ſind noch drey andre aus der Gattung der Finnaale, der Welſe, und der Stachelbäuche hinzugekommen, durch welche Mehrheit die Sache an Merkwürdigkeit und Beſtimmtheit gewinnt, und in der Folge gewinnen muſs. Die Kraft dieſer Fiſche beſteht in der *Mittheilung eines electriſchen Schlages*, wie von der verſtärkten Electricität; der Schlag wirkt unter dem Waſſer und durch daſſelbe, und ſchon in einiger Entfernung unter dem Waſſer werden andre Fiſche betäubt, oder getödtet. Ein metallner Stab leitet den Stoſs aus dem Waſſer ins Freye, und der Fiſch ſcheint ſich bey der Ableitung übel zu befinden; der Stoſs geht durch mehrere Perſonen, und iſt am ſtärkſten, wenn die letzte mit dem Waſſer, oder gar mit dem Fiſche wieder in Verbindung ſteht. Urſprünglich electriſche Cörper hemmen den Stoſs. Iſt der Fiſch böſe, ſo iſt der Stoſs ſtärker, als wenn er matt iſt; wird der Zitteraal beym Rücken feſt gehalten, ſo ſtöſst er nicht. Die Zitterfiſche beſitzen ausgezeichnet organiſirte und nervenreiche Theile, von welchen die Wirkung vorzüglich auszugehen ſcheint. Auſser dem Waſſer wirkt der Stoſs nicht weniger, als unter dem Waſſer, man hat ſogar den Funken ſichtbar gemacht.

Nach dieſen Beyſpielen innerer organiſcher Electricität iſt die Vermuthung wol nicht ungegründet, das *Phoſphoreſciren der Augen* bey verſchiednen Thieren ſey eine ähnliche, dem Willen unterworfne Aeuſserung der Electricität, und das *Phoſphoreſciren verſchiedner* Arten von

Blu-

Blumen, welches blitzweis zum Vorschein kam, gehört vielleicht auch hieher.

c) Im *Allgemeinen wirkt die Electricität* sehr verschieden *auf das organische Leben.* Die Kraft des Lebens wird erhöht, geschwächt, und sogar vernichtet; die Grade der Electricität, und die Art der Geschöpfe, auf welche sie wirkt, bestimmen die besondern Erfolge. Eine mäſsige Electricität soll Eyer der Thiere und Saamen der Pflanzen, so wie die Wärme, unter übrigens gleichen Umständen früher zur Vollkommenheit gebracht haben; der Regen, welcher mit Electricität beladen aus der Atmosphäre herabkommt, ist den Gewächsen zuträglicher, als alles Begieſsen mit anderm Wasser; auch ist es wahrscheinlich, daſs die spitzigen Enden der mehresten Gewächse in einer Beziehung auf die Electricität des Dunstkreises stehen. Durch den heftigen electrischen Schlag, der schon leblose Massen zerstören kann, wird auch, jedoch immer im gehörigen Verhältniſs, das organische Leben, und, welches sehr merkwürdig ist, oft ohne sichtbare Verletzung, aufgehoben. Man hat bey Thieren bemerkt, daſs bey ihrem Leben der Schlag durch den Cörper derselben ging, und sie tödtete; nun aber bey seiner Wiederholung nach dem Tode blos auf der Oberfläche fortgeleitet wurde. Der durch Thiere geleitete electrische Strom erhebt ihren Puls, und vermehrt die Absonderungen. Die starken electrischen Wirkungskreise beängstigen die Thiere, die sich in ihnen befinden, und selbst die Insecten, die bey der ermattendsten Sonnenhitze noch munter sind, verliehren bey der schwülen Gewitterluft ihren Muth.

d) Die befondern *einzelnen Wirkungen* der Electricität auf den thierifchen Cörper find, von der gröfsten Stärke an gerechnet, die *betäubende* im ftarken, die *reizende* im gewöhnlichen Funken, die *auflöfende* in den Funken oder den feinern Strömungen aus Spitzen, und die *fäulnifswidrige*, wegen Abfcheidung der Luftfäure aus dem Luftraume, oder vielleicht wegen eines eignen mit ihr gefammelten Grundftoffes.

e) Wegen diefer Wirkungen ift fie als ein *mehr örtliches Heilmittel in mehrern Krankheiten* gebraucht worden. Betäubend wirkte ihr Schlag bey Zahnfchmerzen vom freyliegenden Nerven; reizend der aus dem Conductor gezogne, oder durch zwifchenliegenden Flanell noch empfindlicher gemachte Funke, bey Lähmung, Staar, Scheintod, Schwinden der Glieder, zurückgehaltnem Monatlichen, und langfam hervorkommenden Pocken. Auflöfend und zertheilend wirkte fie, an empfindlichern Theilen als Strom aus hölzernen oder metallnen Spitzen, an minder reizbaren als Funke angebracht, bey Entzündungen, kalten Gefchwülften, Taubheit und Schmerzen von ftockenden Materien, der Luftfeuche, den Wechfelfiebern, Drüfenverhärtungen, Podagra und Rheymatifmus. Bey Gefchwüren zeigte fich die fäulnifswidrige Kraft. Gröfsere Mafchinen wirkten kräftiger; am beften wurde der Strom durch ifolirte Kranke aus dem Conductor auf den leidenden Theil zum ifolirten Küffen geleitet, mit der geringern Stärke angefangen, ein fchmerzhafter Grad und der Schlag vermieden, und nur einige Minuten jedesmal electrifirt. Es ift gleichviel gewefen,

ob

ob man poſitiv oder negativ electriſirte, ob der leitende Theil die Electricität empfing, oder ſie mittheilte.

Zerſtreute Merkwürdigkeiten des Capitels.

1) Urſprünglich electriſche Cörper, Nichtleiter §. 248. c. e). §. 249. b. d. e).
2) Unelectriſche Cörper, Leiter §. 248. d. e). §. 249. b. d. e).
3) Electriſches Anziehen §. 248. a. b). §. 252. a).
4) Electriſches Abſtoſsen §. 250. 252. a).
5) Verhalten der Luft zur Electricität §. 248. c). §. 249. d). §. 250. i). §. 257. b). §. 259.
6) Erregung der Electricität §. 248. f).
7) Electriſirmaſchinen §. 248. g). §. 249. g). §. 253. d).
8) Electriſche Erſcheinungen auſser dem Anziehen und Stoſsen §. 248. i. k).
9) Electriſche Wirkungskreiſe §. 248. i). §. 249. d. f. h). §. 250. 252. a. d). §. 253. e).
10) Iſoliren §. 249. b).
11) Verhalten ſpitziger und ſtumpfer Leiter §. 249. f). §. 250. f).
12) Erſchöpfung der Electricität §. 249. h). §. 258. d. f).
13) Electrometer §. 250. d). §. 257. c). §. 259. b).
14) Materie der Electricität §. 249. h). §. 250. e).
15) Wechſel des electriſchen Anziehens und Stoſsens §. 250. f). §. 252. a). §. 255. g).
16) Zertheilung der Cörper durch Electricität §. 250. c. g. h). §. 257. a).
17) Electriſche Spielwerke §. 250. f. i). §. 251. b).

18) Ele-

18) Electrische Funken §. 251. b). §. 252. d). §. 253. h). §. 255. b. h. i).
19) Electrischer Lichtbüschel §. 251. c). §. 252. c. §. 253. b).
20) Electrischer Lichtstern §. 251. d). §. 252. c). §. 253. b).
21) Zweyerley Electricitäten §. 252. 253. 254. 255. d — i). §. 258. e). §. 259. c).
22) Entstehen und Aufhören electrischer Erscheinungen §. 249. d). §. 250. b. i). §. 251. a). §. 252. d). §. 253. d. g. h). §. 255. h). §. 258. d. f. g).
23) Anzeiger der Electricität §. 250. d. e). §. 252. a. d). §. 253. c. e).
24) Umänderung der Electricität in einerley Cörper §. 253. b. e). §. 254. b. c). §. 255. e). §. 258. b).
25) Gang des electrischen Stofses nach der Art der Electricität §. 252. b). §. 255. g. h).
26) Vorstellungen über das Wesen electrischer Erscheinungen §. 253. f — i).
27) Verhältnifs zwischen den sich reibenden electrischen Cörpern §. 248. f). §. 249. e). §. 253. b. d. g).
28) Positive und negative Electricität §. 253. i).
29) Belegung electrischer Cörper §. 255. a).
30) Ladung electrischer Cörper §. 255. b).
31) Nachschlag §. 255. c).
32) Auslader §. 255. g). §. 257. c).
33) Condensator §. 255. k).
34) Electrische Batterie §. 256. c).
35) Veränderungen der Metalle durch electrisches Feuer §. 256. d — f).
36) Electrischer Stofs §. 257. a).

37) Schall

37) Schall der electriſchen Erſcheinungen §. 251. a — d). §. 255. b). §. 257. b).
38) Seitenſchlag §. 257. d).
39) Durch Electricität hervorgebrachte Farben §. 257. e).
40) Fixirte electriſche Strömungen §. 257. g).
41) Verſtärkung der Electricität §. 249. g). §. 251. b). §. 252. d). §. 253. h). §. 255. b). §. 258. c. h).
42) Electriſcher Drache §. 259. b).
43) Waſſerhoſe, Wirbelwind, Orcane §. 259. d).
44) Gewitter §. 259. e. f).
45) Gewitterableiter §. 259. g. h).
46) Zitterfiſche §. 260. b).
47) Heilkräfte der Electricität §. 260. d. e).



XXIX.

Magnetismus.

Inhalt.

Wirkungen des natürlichen Magnetsteines (§. 261.), und die Mittheilung seiner Kräfte gegen das Eisen (§. 262.); genauere Bestimmung der polarischen Richtung der Magneten auf dem Erdball (§. 263.); Erregung der magnetischen Kraft im Eisen ohne Magnetstein (§. 264.), und Vernichtung dieser Kraft überhaupt (§. 265.); magnetische Strömungen (§. 266.); Einfluss des Magnetismus auf die freye Natur (§. 267.); Verhältniss des Magnetismus gegen die Electricität (§. 268.), und aller Naturkräfte gegen einander (§. 269.).

§. 261.

Ein unter dem Namen des Magnets bekandtes Eisenerz zeichnet sich durch die Richtung nach den Erdpolen, durch Anziehen und Abstossen, und durch seine Wirkung auf das Eisen aus.

a) Der *natürliche* in den Eisengruben gefundne *Magnetstein* ist ein hartes Eisenerz, das gemeiniglich wegen der mit ihm verbundnen Kieselerde, mit dem Stahle Feuer giebt. Schwefel, und noch einige beygemischte Stoffe, vorzüglich aber Eisen in einem nicht sehr dephlogisticirten Zustande enthält, und auch meist eine graue oder schwarzbräunliche Eisenfarbe hat.

b) Wird

b) Wird ein solcher natürlicher Magnet auf ein schwimmendes Bretchen gelegt, wird er an einem Faden frey aufgehangen, oder auf eine Unterlage gebracht, die auf einer Spitze im Gleichgewicht liegt, so dafs er in allen diesen Fällen jedem Drucke von aufsen leicht nachgäbe, und von seiner Schwere wenig gehindert würde, so ruht er nicht in einer jeden Lage, sondern erst in einer gewissen, bey welcher zwey entgegengesetzte Puncte oder Stellen des Magnets nach den zwey Polen der Erde gerichtet sind. Hat man diese Stellen, oder *Pole des Magnets*, nur ungefähr nach der Mittags- und Mitternachtgegend an dem Steine bezeichnet, so kann man ihn nach Belieben sogleich in die Ruhe bringen, oder jeden Pol sich erst durch einen halben oder Viertelscirkel zu seinem Puncte herumdrehen lassen.

Da wir fürjetzt schon in Ansehung zweyer entgegengesetzter und beständiger Puncte, oder Pole, eine Aehnlichkeit zwischen dem Magnete und der Erdkugel, und ihrem Nord- und Südpol finden können, so ist es schon in dieser Rücksicht für die Ausdrücke der Erscheinungen bequem, diejenigen Linien und Cirkel, die man sich zur Eintheilung der Erdkugel in Beziehung auf ihre Pole gedacht hat, auch auf dem polarischen Magnete anzunehmen. So ist die Linie von einem Pole zum andern, durch die Masse gezogen, die *Axe*; der oberflächliche Cirkel, oder die oberflächliche Linie, die, von den Polen gleichweit entfernt, den Cörper umgiebt, der *Aequator*; die übrigen umgebenden Linien, die durch beide Pole zugleich gehen, die *Meridiane*.

Hat

Hat ein natürlicher Magnet, wie es sich zuweilen trifft, *mehrere Pole zugleich*, so kann es seyn, dass sich diese in der Polarrichtung hinderlich sind, und die magnetische Eigenschaft nur aus den folgenden Versuchen erkannt werden kann.

c) Bringt man *Stücke Eisen* an einen Magnet, die nur gegen ihn kein zu grosses Verhältniss haben, nicht durch ihre Schwere, oder sonst durch Verbindung mit andern Cärpern an der freyen Bewegung gehindert werden, *so zieht sie der Magnet blos an denen* bestimmten Puncten oder *Polen* am merklichsten, am Aequator aber gar nicht an. Kleine Stücke Eisendrath, oder Feilspäne, stehen auf dem Mittelpuncte der Pole senkrecht, mit der Axe parallel, oder gleichsam auf derselben; an den Seiten sind sie mehr auswärts geneigt, und in einiger Entfernung von den Polen gegen den Aequator fallen sie ab. Mehrere hintereinander gereihte Feilspähne oder Drathstücke werden durch die Wirkung der Pole zusammengehalten, auch bleiben, je nachdem die Kraft des Magneten ist, auch ganze beträchtlich schwere Massen von Eisen an den Polen hängen. Die Anziehung zwischen dem Eisen und Magnet ist so relativ, wie bey den electrischen Cörpern, der leichtere wird bewegt, wenn sie nicht beide gleiche Leichtigkeit besitzen. Das Schwimmen auf Wasser und Quecksilber, das Aufhängen u. d. wird den Magnet geschickt machen, sich gegen ein minder bewegliches Eisen, und umgekehrt, dieses sich gegen den Magnet zu bewegen.

d) Nicht nur Eisen und Magnet, sondern *Magnete ziehen sich selbst*, und unter den nämlichen Bedingungen an. Aber immer kommen denn

zwey

zwey Pole von ungleicher Richtung zusammen, der Nordpol des einen gegen den Südpol des andern. Stellte man mehrere schwimmende Magnete hintereinander, so würden sie in eine von Süden nach Norden gerichtete Kette zusammengehen, und immer der Nordpol des hintern Magneten sich an den Südpol des vordern anschliefsen. Der Bart von Eisenfeile, der sich an jeden Pol anhängt, wird mit dem andern in einen Klumpen zusammenfliefsen, wenn man den Nord- und Südpol zusammenbringt, und beide mit Feilspähnen bedeckt sind.

e) Kommen hingegen zwey gleiche Pole, Nord gegen Nord, Süd gegen Süd zusammen, so *stofsen sich die Magnete ab.* Man hat daher diese gleichnamigen Pole die feindschaftlichen, jene ungleichnamigen aber die freundschaftlichen genennt. Der Bart von Eisenfeile wird, wenn die gleichnamigen Pole zusammenkommen, zurückgesträubt, und abgestofsen. So, wie bey der Electricität, kann also schon, wenn es auch die Polarrichtung nicht verriethe, die bestimmte Polarität eines unbekandten magnetischen Cörpers durch einen andern gefunden werden, dessen Pole bekandt sind; findet zwischen dem Pole des bekandten und dem Pole des unbekandten eine Abstofsung statt, so ist der Pol des letztern gleichnamig mit dem Pole des erstern, und umgekehrt ist es im entgegengesetzten Falle.

Daraus, dafs die Magneten sich mit einem Pole nach Norden, mit dem andern beständig nach Süden richten, und, wenn man ihren Südpol gegen Norden bringt, gleichsam abgestofsen, und in die vorige Richtung gezwungen werden, scheint es zu folgen, dafs *die Erdpole die entge-*

gengesetzte Polarität von denen Magnetpolen haben müsten, welche sich ihnen freywillig zukehren. So hätte der Nordpol der Erde die südliche Polarität, und wäre seiner Art nach ein Südpol, weil sich sonst der magnetische Nordpol nicht nach ihm hinkehren würde, sondern von ihm müste gestosen werden.

f) Auch *ausser dem Eisen* werden *viele andre Cörper*, in sehr geringen Gewichten, *von sehr starken Magneten gezogen*, am leichtesten, wenn sie auf frischgereinigtes und in einem grosen Becken flach ausgegosnes Quecksilber gelegt, und mit dem Magnete probirt werden. Da man aber Cörper, die der Magnet nicht zog, wie den Türkis, durch Bestreichen mit Eisen dazu fähig machen konnte, obgleich das Eisen nichts merkliches am Gewichte, selbst auf einer sehr feinen Waage, verlohren hatte; da ferner das Eisenmetall fast überall im Mineralreiche anzutreffen ist, und von da sich allen organischen Cörpern, wenn gleich in sehr kleinen Verhältnissen, mittheilt: so ist es wahrscheinlich, dass alle diese Cörper doch wegen des in ihnen enthaltenen Eisens gezogen werden. Einige Metalle, als Kobold, Nickel und Braunstein, haben diese Anziehung noch am stärksten gezeigt.

§. 262.

Die Eigenschaften, welche den Magnet selbst auszeichnen, werden von ihm dem Eisen mitgetheilt.

a) Durch Anlegung einer weichen Eisenplatte an einen Pol des natürlichen Magneten kann man die Kraft dieses Poles an dem Ende dieser Platte bemerkbar machen, gleichsam concentriren, und, da die Pole sonst einander entgegengesetzt sind,

sie

sie nun neben einander in eine denkbare Fläche bringen. Eine solche Belegung der Pole eines natürlichen Magneten, welche aus unten anzuführenden Gründen sehr zuträglich ist, wird die *Armatur* desselben genennt, und beweist, dass *das Eisen* nicht nur von dem Magnet gezogen werden könne, sondern auch *zu einem Leiter* seiner bestimmten Kraft anzuwenden sey.

b) Durch Hülfe eines rohen oder armirten Magneten kann die magnetische Kraft auch eisernen Cörpern, die nicht in Verbindung mit demselben bleiben, ertheilt werden. Es geschieht dieses durch den sogenannten *einfachen Strich*, mit einem einzigen Pole des Magnets. Man setzt diesen Pol auf das eine Ende z. B. eines stählernen Stabes oder Drathes, streicht damit auf ihm fort bis zum andern Ende, entfernt sich in derselben Richtung von diesem Ende, kehrt in einem grossen Bogen über dem Stabe wieder eben so schief gegen das erste Ende zurück, und wiederholt das vorige so lange, bis der Stab merklich magnetisch ist. Man findet dann, dass der Magnetpol dem Ende des Einstrichs die gleichnamige, dem Ende des Ausstrichs die ungleichnamige Polarität mitgetheilt habe. Stärker aber wird die Mittheilung, wenn man, statt des einen Poles, zwey ungleichnamige Pole nicht weit von einander auf den zu magnetisirenden Stab stellt, und in gleichbleibender Entfernung mit einander über ihm hin und her zieht; oder aber den einen nach dem, den andern nach jenem Ende hin und her streicht; in beiden Fällen aber die Enden des stählernen Stabes an gutpassende Stücke weiches Eisens anlegt, und die Pole in der Mitte des Stabes von ihm abhebt.

hebt. Dieſes Verfahren heiſst der *Doppelſtrich;* man bewirkt es gewöhnlich mit Hülſe zweyer magnetiſirter Stäbe, die mit ihren ungleichnamigen Polen, der beſſern Circulation wegen, oben aneinander anſtoſsen, unten aber mit den beſtreichenden Enden etwas von einander abſtehen.

c) Ohne jenes Beſtreichen erhält ein eiſerner oder ſtählerner Stab die magnetiſche Kraft, wenn er zwiſchen zwey ungleichnamige, aber ſtarkwirkende Pole geſtellt wird. Er wird nicht nur die magnetiſchen Erſcheinungen des Anziehens und Zurückſtoſsens zeigen, ſondern auch verhältniſsmäſsige Gewichte tragen, aber gemeiniglich alles das nur ſo lange bewirken, als er ſich *in den Wirkungskreiſen* jener Pole befindet. Die Gewichte werden abfallen, ſobald die Wirkungskreiſe entfernt ſind. So wird auch die Kraft durch mehrere kleine Eiſenſtücke durchgehen, wie durch eine Reihe von Drathſtücken oder Kugeln, wo das zweyte am erſten, das dritte am zweyten u. ſ. f. hängen bleibt. Dies wird ſo weit gehen, als ſich der Wirkungskreis erſtreckt; bringt man einen ungleichnamigen Pol an das erſte Stück, und lenkt ſo den Wirkungskreis auf die Seite, ſo fallen alle übrige vorher gehaltene Eiſenſtücken herab.

d) Die Anziehung und *Mittheilung* wird *ſelbſt durch ſtarke zwiſchenliegende Maſſen nicht ganz gehindert,* wenn ſie nur nicht von Eiſen ſind; Glas, Papier, Stein, dicke Holzbreter u. d. hemmen die Wirkung nicht.

e) Da es ſchwer hält, viel groſse und ſtarkwirkende natürliche Magnete zu finden, ſo hat man ſich dafür des magnetiſirten Stahles an ihrer

Stelle

Stelle bedient, und künſtliche Magneten verfertigt, die nicht allein leichter zu haben, ſondern auch leichter in gewiſſe Formen zu bringen, und überhaupt einer gröſsern Stärke fähig ſind, als die natürlichen. Die *einfachen* beſtehen entweder aus ſimpeln geraden Stäben, und anders gebildeten Stücken, deren Pole einander entgegengeſetzt liegen; oder aus einem in die Form eines Hufeiſens gebognen Stücke, deſſen Pole an beiden Enden, wie bey der Armatur der natürlichen Magnete, in einer denkbaren Fläche liegen, und alſo an eine angebrachte eiſerne Fläche genau anſchlieſsen können.

Eine Art von zuſammengeſetzten und weit ſtärkern Magneten beſteht aus mehrern gleich langen und ſtarken ſtählernen, magnetiſirten, und ſo *übereinander gelegten Stäben*, daſs immer wechſelsweis an beiden Seiten des Ganzen die ungleichnamigen Pole der Stäbe übereinander ſtehen. Die Kraft der unterſten Pole wird durch zwey Eiſenſtücke, die beide der Länge eines ganzen Stabes gleichkommen, und ſo unter dem letzten magnetiſchen liegen, herabgeleitet.

Bey andern ſind die *Stäbe neben einander*, in einer verticalen, oder vielmehr auf beiden Seiten ſo geneigten Stellung zuſammengebracht, daſs, da ſie oben ſchmäler gemacht ſind, ſie einen nach unten ausgebreiteten, und auf dieſer Fläche mit abwechſelnden Polen verſehenen Büſchel ſtählerner Stäbe vorſtellen. Dieſe Bündel dienen beſonders (§. 262. b.), um andern Stahl zu magnetiſiren.

Auſserdem giebt es auch noch künſtliche *Magnete aus einer zuſammengebacknen Maſſe.* Wenn man Eiſenmohr, das feinſte annoch metalliſche

Pulver des Eiſens, oder fein gepülverten Hammerſchlag, mit guttrocknendem Leinöhle zu einem Teige macht, und dieſen, nachdem man ihm die beliebige Form gegeben hat, einige Wochen an einem warmen Orte trocknet, ſo erhält man eine harte Maſſe, die auf ähnliche Art, wie der Stahl, polariſch gemacht werden kann.

f) Eine andre Hauptart magnetiſcher Werkzeuge, die blos durch den mitgetheilten Magnetiſmus in der nöthigen Vollkommenheit zu erhalten iſt, ſind die *Magnetnadeln*, oder leichte, um ihren Mittelpunct ſehr leicht bewegliche magnetiſche Stäbchen von Stahl, die ſowol die Polarität eines nahe gebrachten Magneten ihrer Art nach, als auch die Polarrichtung der Erde wegen ihrer groſsen Empfindlichkeit aufs möglichſt genaueſte anzeigen. Erſt nach und nach iſt man mit der Vervollkommnung dieſer Werkzeuge, durch welche der Magnetiſmus ſo äuſserſt wichtig für die Menſchheit wurde, näher bekandt geworden. Die Hauptſache, wodurch ſie die äuſserſt leichte Beweglichkeit, und alſo auch die Empfindlichkeit erhalten, beſteht darin, daſs die Nadel mit ihrem Schwerpuncte, im Gleichgewicht, auf einer Spitze ruht, ſo daſs ſie blos von dem Ende der Spitze getragen wird, und ſich mit ſo wenig Reibung als möglich um dieſen Ruhepunct herum zu bewegen im Stande iſt. Zu dem Ende hat man Höhlungen in die Nadel gebohrt, und ſie auf die Spitze geſetzt; um nicht Eiſen auf Eiſen zu bringen, hat man in die Mitte der Nadel ein Loch gebohrt, ein meſſingnes Hüthchen daſelbſt eingefügt, und ſeine Höhlung auf die Spitze geſetzt; um das Abſchleifen und Reiben der Metalle auf einander zu vermeiden, hat man das

das Hüthchen aus Achat gemacht. Durch das Anbohren könnte die Polarität etwas gestöhrt werden, und die Chineser haben deswegen einen simpeln Stahldrath auf einem messingnen Hüthchen befestigt, ohne ihn zu durchbohren. Die Nadeln mit den Achathüthen sind bey den Europäern am gewöhnlichsten, wenn es auf genaue Beobachtungen ankommt. Die Spitze, auf welcher sich die Nadel bewegt, steht gewöhnlich auf dem Boden fest, man könnte sie in einem kleinen Gerüste aufhängen, aber durch dieses würde die Bewegung im ganzen Cirkel gehindert werden. Zu breite Nadeln haben den Nachtheil, daſs ihre Pole nicht immer in ihre Längslinie fallen, eben das gilt auch von sehr verzierten Nadeln; je einfacher sie sind, desto richtiger zeigen sie; eine kleine Einkerbung des einen Endes, oder eine verschiedene Bemahlung mit Oehlfarbe, kann die beiden Pole hinlänglich unterscheiden.

Zum bloſsen *Probiren der Gegenwart und Art einer sehr schwachen magnetischen Kraft* hat sich folgende Einrichtung am tauglichsten und empfindlichsten bewiesen, wenn man eine magnetisirte Nähnadel durch ein kleines Stückchen Kork sticht, den Kork mit einem Silberdrath umbindet, den Drath oben in ein Häkchen krümmt, und damit an eine Kette aufhängt, die aus 5 — 6 Ringen von Pferdehaaren, jeden $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser, zusammengesetzt ist.

Die Magnetnadeln richten sich, wie die natürlichen freyen Magneten, überhaupt nach den beiden Weltpolen, stoſsen sich selbst mit den gleichnamigen Polen ab, und bilden, hinter einander gestellt, eine Reihe, die in dem Meridiane der Erdpole fortgeht.

§. 263.

Die magnetiſchen Pole der Erde haben nicht vollkommen einerley Ort mit den geographiſchen Polen, und die horizontale Stellung der Magnetnadel wird durch die Annäherung der magnetiſchen Erdpole verändert.

a) Der Stand der wirklichen geographiſchen Erdpole wird durch aſtronomiſche Beobachtungen mit vollkommner Gewiſsheit beſtimmt, und ſo auch die Mittagslinie von jedem Puncte der Erde nach denſelben. Wird die Richtung der Magnetnadel mit dieſen wahren Puncten und Linien verglichen, ſo zeigt es ſich, daſs ſie an den meiſten Oertern in ihrer Richtung nach Oſten oder Weſten von ihr abweicht, und man nennt dieſe Erſcheinung ihre *Abweichung* oder *Declination*. Man bemerkt ferner, daſs dieſe Abweichung für gewiſſe Oerter beſtimmt ſey, und daſs es gewiſſermaſsen Meridiane des Erdmagneten gebe, auf welchen keine Abweichung ſtattſindet, die jedoch von beiden Seiten dieſer Linien immer weiter bemerklicher wird. Aber bey fortgeſetzter Beobachtung und Vergleichung fand ſich, daſs ſelbſt dieſe ſcheinbar beſtimmten Abweichungen und Meridiane mit der Zeit fortrückten, und ihre Stelle auf der Oberfläche der Erde veränderten.

b) Auſser der vorigen, langſam, und über die ganze Erde fortſchreitenden Veränderung der polariſchen Richtung, kennt man auch eine andre unter dem Namen der *Variation*, welche an jedem Orte täglich vorgehet, und ihre beſtimmten Regeln hat. Die Declination wird nämlich am Tage von Vormittag bis Nachmittag gegen

gegen Westen grösser, in den Abendstunden bis zur Nacht geht die Nadel wieder nach Osten bis zu einem bestimmten Puncte zurück. Sie ist ferner in den Sommermonaten stärker, als im Winter, und gemeiniglich regulär; sie wird unordentlich, wenn sich die Nadel im Anfang des Vormittags ostwärts, und gegen Ende des Nachmittags westwärts bewegt, oder wenn sie sich des Nachts schnell nach beiden Seiten kehrt. Aber das sind im Ganzen seltne Fälle, und sie zeigen sich immer zugleich mit dem Nordlicht. Um diese tägliche Variation zu beobachten, bedient man sich längerer Nadeln von 8 Zoll bis zu 2 Fuss Länge, und verzeichnet unter die Spitzen derselben Gradbögen, wie bey dem Seecompass. Aber die ganze Rundung des Cirkels wäre hier unnöthig, da die Nadelspitzen nicht zu weit auf beiden Seiten abweichen, und man giebt daher diesen Variationscompassen eine längliche Form, da die Bewegung blos an den Enden der Capsel, worin die Nadel verwahrt wird, vor sich geht.

c) Wird eine kleine Magnetnadel neben einen grössern magnetischen Stab, oder neben eine magnetische Kugel in gleicher Entfernung von den Polen derselben gestellt, so wird sie mit ihrer magnetischen Axe parallel laufen, und ruhen, welches letztere ohnehin, nach obigem, nicht eher geschehen kann, bis die ungleichnamigen Pole einander am nächsten sind. Rückt man aber die Nadel weiter fort, immer in parallelem Fortgange ihres Postuments, so wird die fortgerückte Spitze immer mehr gegen ihren nun näher gekommnen Pol abweichen, und in einem immer stumpfern Winkel sich gegen ihn zukehren. Die Richtung der Eisenfeile und der Drathstücken

(§. 261. c.) zeigt daſſelbe, und durch eine aufgehangne magnetiſirte Nähnadel, die man über einen Magnetſtab in einiger Entfernung wegführt, ſieht man die Zunahme der Neigung in der verticalen, wie bey der Magnetnadel in horizontaler Richtung.

Da die Erde gleichſam einen groſsen Magnet vorſtellt, und alle Nadeln nur auf derſelben, nicht neben ihr, können beobachtet werden, ſo kann man ſchon denken, daſs ſie ſich, näher bey den magnetiſchen Polen der Erde, mit dem dem Pole zugekehrten Ende in verticaler Neigung, unter immer ſtumpfern Winkeln, herabſenken, und blos unter dem Aequator horizontal, oder mit der Axe parallel laufen werden.

Man nennt dieſe Abweichung von dem parallelen Stande der Nadel, wo ſie ſich gegen den nähern Pol herabſenkt, die *Inclination*, oder *Neigung*. Bey einer jeden, zumal etwas verlängerten Magnetnadel, zeigt ſich dieſes Sinken des einen Endes, aber der horizontale Stand derſelben iſt der vollkommnen Neigung, wegen des Anſtoſsens an die tragende Spitze, hinderlich. Um die Inclination faſt eben ſo genau, als die Declination zu meſſen, verändert man alles in gehöriger Rückſicht auf die verticale Senkung. Die dazu eingerichtete Nadel ruht mit zwey Zapfen vor ihrer Magnetiſirung im Gleichgewicht, nach derſelben ſenkt ſie ſich herab, und ein Gradbogen an dem Cirkel, der mit den Unterſtützungen der Nadel zuſammenhängt, zeigt die Stärke der Neigung an.

Auch die Inclination der Magnetnadel iſt veränderlich, wie ihre Declination, jedoch in einem weit geringern Grade, und ungleich langſamer.

Die

Die Inclination gegen künſtliche Magneten bringt das ſogenannte *magnetiſche Paradoxon* hervor. Legt man ein kleines Stück Eiſendrath auf eine Fläche, hält über dieſelbe einen Magnet, und erſchüttert ſie zu verſchiednen malen, ſo wird das ſchief gegen den Magnet aufgerichtete Stückchen Drath, wenn es vorher ſeitwärts in einiger Entfernung lag, nach und nach mehr gerade unter den Magnet zu ſtehen kommen. Hält man aber den Magnet unter die Fläche und das Drathſtück, ſo wird es ſich bey wiederholter Erſchütterung von dem Magnete entfernen, weil es bey jedesmaligem Aufſpringen von der Fläche in eine ſolche Lage gegen den Magnet inclinirt wird, daſs es etwas weiter von der vorhergehenden Stelle niederfallen muſs.

d) Die wahre Richtung der Magnetnadel auf jedem beſtimmten Puncte der Erde iſt alſo weder die horizontale, noch die in einem geographiſchen Meridian, ſondern die *wahre magnetiſche Linie* geht zugleich in der einem jeden Orte zukommenden Declination und Inclination, oder iſt aus beiden vereinigt. Man hat, um ſie vermittelſt einer Nadel auch wirklich ſichtbar zu machen, Inſtrumente erſonnen, die aber wegen der Zuſammenſetzung und Reibung keine beſondre Aufnahme erhalten haben, und nicht in Anwendung gebracht worden ſind.

e) Die Urſache der täglichen beſtimmten Variation werden wir mit ziemlicher Wahrſcheinlichkeit an einem andern Orte (§. 265. a.) bemerken; aber die Urſache der Declination und ihrer Fortrückung iſt bis jetzt ſo deutlich nicht zu beſtimmen. Für gewiſſe Jahre hat man nach denen in ihrem Verlauf auf der ganzen Erde angeſtellten

Beob-

Beobachtungen Weltkarten entworfen, und durch alle diejenigen Puncte, wo ein gleicher Stand der Nadel bemerkt worden war, Linien gezogen. Die beiden *Linien, wo keine Abweichung zu bemerken war*, theilten gleichsam, wie zwey Meridiane, die Erde in zwey Hälften, aber in einer schiefen Richtung gegen die Geographischen. Im Jahr 1700 ging die eine dieser Linien über das atlantische Meer, durch Carolina und Nordamerica, die andre über die Mitte von China nach den Philippinen und durch Neuholland. Auf der alten Welt und Nordamerica war zwischen diesen Linien die *Declination westlich*, auf der andern Hälfte zwischen demselben, in Südamerica und auf dem stillen Meere war sie *östlich*. Durch die Oerter von bestimmten Abweichungen liessen sich ebenfalls fortlaufende Linien ziehen, und diese gezognen Linien durchkreuzten sich niemals. Man fand ferner, dass die Linien der grössten Abweichung von 10 und mehrern Graden blos auf die Polargegenden eingeschränkt waren, mindere Abweichungen hingegen in den übrigen Zonen vorkamen, und dass sie unter dem Aequator kaum 15 Grade, bey den Polen aber wol 50 bis 60 Grad überstiegen. Bey dem Südpole ist so gut Abweichung zu finden, wie am Nordpole, wenn gleich diese Polargegend mit einem ungeheuern Meere bedeckt ist. Hiernach, und überhaupt nach dem Ganzen, wird es wahrscheinlich, dass der Ort, von dem die Polarität der Erde ausgeht, tiefer in ihrer Masse selbst befindlich sey.

Nur noch eine Vorstellung, und blos als eine solche, die weiter keinen Beweis vor sich hat, will ich über die vorigen Erscheinungen beyfügen.

gen. Vielleicht wäre es denen Erfolgen, die eine freybewegliche Nadel neben einem Magneten zeigt, nicht ganz widerſprechend, wenn man, ohne ſich in eine Erklärung ihrer fortſchreitenden Veränderung einzulaſſen, die *ſtärkſte magnetiſche Stelle der Erde unter ihrer Oberfläche der Länge nach in der Richtung jener keine Abweichung zeigenden Meridiane fortgehen*, und zwar in dem oben angeführten Falle, *unter der Oberfläche* dem Meridian des atlantiſchen Meeres *näher liegend*, und gegen die Pole immer ſtärker wirkend annähme. Dann würden die gleichen Richtungen auf dieſem nahen Magneten, und bey gleicher Entfernung ihm gegenüber; die Abweichungen der Nadel von beiden Seiten gegen denſelben; und die gröſsre Abweichung an den Polen etwas einzuſehen ſeyn.

Man hat keine Bemerkung, welche zu erkennen gäbe, daſs das Eiſen noch auſser der gröſsern Schwere, die alle Cörper in den Polargegenden erhalten (§. 172. d.), daſelbſt wegen der Anziehung der magnetiſchen Erdpole ſtärker gegen die Erde gedrückt würde. Die Richtungskraft erſtreckt ſich aber auch ſchon bey künſtlichen Magneten viel weiter, als ihre Anziehungskraft.

f) So unvollkommen und veränderlich auch in Rückſicht auf feinere Beſtimmung die Angabe der Meridianlinie vermittelſt der Magnetnadel ſeyn muſs, ſo iſt doch ihre Erfindung eines der wichtigſten Geſchenke und Wohlthaten für die menſchliche Geſellſchaft. Sie dient auf mannigfaltige, und, da ſie oft durch Rechnungen unterſtützt wird, hier nicht auszuführende Art, um die *Stellung der Sonnenuhren zu beſtimmen*,

um

um *in Wäldern und unterirdiſchen Höhlen* den Weg zu finden, und *ihre wahre Lage zu verzeichnen*, vorzüglich aber, mit aſtronomiſchen Beobachtungen verbunden, um auf der gleichen Fläche des Meeres den *Weg eines Schiffes* mit Sicherheit durch die größten Entfernungen, und ohne Hülfe andrer ſichtbarer, den Ort beſtimmender Gegenſtände *zu leiten*. Ohne tiefe Einſichten in die Verhältniſſe der Völker gegen einander, und nur bey der nöthigſten Kenntniſs von Menſchenwürde, erkennt man bald den Einfluſs, den die Verbindung entfernter Welttheile auf die Erhöhung der Menſchenart nothwendig haben muſste, und, wir hoffen es, bey allem vorübergehenden Anſcheine des Gegentheils, in ſpäten Jahrhunderten äuſsern wird. Nur die Seereiſen können dieſe Verbindung beſchleunigen, und ohne die Magnetnadel, die in dem Compaſſe an ſeiner Windroſe, oder der Verzeichnung der Windgegenden, das Verhältniſs des Weges, den das Schiff macht, zur Meridianlinie anzeigt, würde die Schiffarth in ihrer Kindheit ſeyn.

§. 264.

Auch ohne einen natürlichen oder künſtlichen Magnet läſst ſich durch verſchiedne Mittel, aber wahrſcheinlich immer durch Einwirkung des Erdmagnetiſmus, die polariſche Kraft in dem Eiſen hervorbringen.

a) Schon *für ſich erlangt das Eiſen, oder,* noch mehr, *der Stahl,* im Freyen *eine magnetiſche Kraft,* vorzüglich wenn er *der Länge nach in die Richtung der magnetiſchen Linie,* oder doch in eine ähnliche gebracht wird. So wurden eiſerne

ferne Stäbe und Verzierungen, die Jahrhunderte lang an Gebäuden in einerley Richtung befestigt waren, nach und nach dauernd magnetisch, aber man ist im Stande den Einfluss des Erdmagnetismus sogar augenblicklich, wenn gleich nur vorübergehend, durch eine blosse Richtung wirksam zu machen. Wenn man eine Stange von weichem Eisen etwa 1 — 3 Fuss lang und $\frac{1}{4}$ Zoll dick in eine verticale Stellung bringt, so wird sie in dieser Stellung, und in unsrer nördlichen Halbkugel mit dem Unterende den Nordpol, mit dem obern den Südpol einer Magnetnadel abstossen, wenn sie gleich beide ohne Unterschied anzieht, sobald sie in die horizontale Lage kommt. Dreht man sie nun um, so dass das Oberende nach unten kommt, so wird es nun ebenfalls den Nordpol stossen, und das andre Ende, das vorher ein Nordpol war, wird nun ein Südpol geworden seyn. Diesen Magnetismus, der in dem weichen Eisen vorübergehend ist, kann man gleichwol durch dasselbe im Stahle dauernd erregen, wenn man den Stahl auf einen grossen eisernen Amboss in der Richtung der Magnetnadel legt, und mit dem nordlich wirkenden Unterende der verticalen Eisenstange, wie bey dem einfachen Strich (§. 262. b.) immer von Norden nach Süden bestreicht.

b) Wird ein eiserner Stab in die magnetische Linie gestellt, und nun an seinen Seiten stark *geschlagen*, so wird er dadurch schnell magnetisch, das untre Ende ist ebenfalls bey uns nordlich, und, wenn man den geschlagnen Stab aus der magnetischen Linie bringt, so behält er diese bestimmte Kraft noch einige Zeit. Bey jedem Mittheilen des Magnetismus durchs Bestreichen ist es zuträglich,

lich, wenn man den unmagnetischen Stahl vorher in die magnetische Linie bringen kann. Stellt man den durch Schlagen zu magnetisirenden Stab vollkommen *vertical*, nicht auf die Horizontlinie der Erde, wie in dem vorigen Falle, sondern *auf die magnetische Linie selbst*, so erhält er durchs Schlagen keine Kraft.

c) Ein eiserner Stab bekommt ebenfalls in der magnetischen Linie einen etwas dauernden Magnetismus, wenn er *rothglühend* in dieselbe gebracht wird, und in dieser Stellung abkühlt. Je härter das Eisen war, desto länger erhält sich die Kraft. Die Polarität des Ober- und Unterendes ist wie bey den vorigen, und die Kraft und Bestimmtheit gleichfalls immer geringer, je weniger der Stab mit der magnetischen Linie in einer parallelen Richtung war.

d) Schon durch *blosses Schlagen*, *ohne* auf eine *Richtung* besonders Rücksicht zu nehmen, hat man den Magnetismus erregt, doch läſst sich der Einfluſs der magnetischen Linie immer dabey als möglich gedenken. Aber auch schon das starke *erwärmende Reiben* brachte an einzelnen Stellen einen Magnetismus hervor, der nur zugleich mit seiner Ursache verschwand. Manche Sorten von Messing werden, so wie die Platina, durch Hämmern magnetisch.

e) Ein durch Hin- und Herbiegen *zerbrochnes Stück Eisendrath* wird oft an den Enden des Bruches dadurch magnetisch.

f) Der starke *electrische Schlag*, er sey nun künstlich durch die Batterie erhalten, oder natürlicher Blitz, ist ebenfalls ein Mittel, den Erdmagnetismus in einem eisernen Stabe wirksam zu machen, und es ist gleichviel, an welchem

Ende

Ende man bey dem künstlichen Schlage die äussere, und an welchem man die innere Belegung angebracht hat; bey der horizontalen Lage des Stabes wird das nordliche, bey der verticalen das untre Ende den Nordpol erhalten. Bey beiden Lagen scheint der Unterschied der erhaltnen Kraft bey übrigens gleichen Umständen sehr unbeträchtlich zu seyn. Liegt der Stab, oder die Nadel, mit dem magnetischen Aequator parallel, so wird sie durch einen nach ihrer Länge geleiteten Schlag selten magnetisch, durch einen queergehenden wird sie gemeiniglich am westlichen Ende zum Nordpol.

g) Man sieht aus allen diesen Fällen, die einander den Erfolgen nach so ähnlich sind, sehr deutlich, dass die verschiednen Behandlungen des Eisens und Stahles blos dazu gedient haben, sie *zur Einwirkung des Erdmagnetismus*, vorzüglich in der ihm schon an dem gegenwärtigen Orte eigenthümlichen Richtung, *geschickt zu machen*, und ihnen dadurch eben so, wie zwischen zwey künstlichen Magnetpolen, die bestimmte Kraft mitzutheilen. Auf der nordlichen Halbkugel erhält das nordliche oder das untere Ende den Nordpol, das untere oder das südliche Ende würde auf der andern Hemisphäre ein Südpol werden.

§. 265.

Die vorhandene magnetische Kraft kann durch verschiedne Mittel, ja sogar meist durch dieselben, die sie erregten, auch wieder vernichtet werden.

a) Ein erwärmendes Reiben kann zwar die magnetische Kraft im Eisen erregen (§. 264. d.), aber in den meisten Fällen wird der vorhandene Magne-

gnetiſmus durch die *Wärme* gemindert oder vernichtet. Eine Magnetnadel zeigt das erſtere ſehr deutlich gegen erwärmte Magneten. Wenn man die Magnetnadel von ihrer gewöhnlichen Richtung durch den Pol eines Magneten ableitet, und den letztern, in derſelben Entfernung und Lage ungeſtört, mit heiſsem Waſſer begieſst, ſo weicht die Nadel gegen ihren eigenthümlichen Stand zurück, und nähert ſich dem Magneten erſt nach und nach, ſo wie er merklich abkühlt; bedarf aber doch noch eine längere Zeit, um ſich vollkommen gegen ihn zu richten. Hält man eine Magnetnadel zwiſchen zweyen Magneten in einer mit ihnen parallelen Lage, und begieſst einen von ihnen mit heiſsem Waſſer, ſo weicht die Nadel gegen den andern nicht erwärmten ab. Aus dieſen Erſcheinungen läſst ſich die Variation der Magnetnadel (§. 263. b.), oder ihre Abweichung nach Weſten bey öſtlicher Erwärmung der Erde, ziemlich ungezwungen erklären.

Durch die Gluth, oder den ſtärkſten Grad der Erhitzung, wird der vorhandne Magnetiſmus im Eiſen, im Stahle, und im gehämmerten Meſſing aufgehoben; und der electriſche Schlag erregt denſelben nicht, oder nur in geringem Grade, wenn er ſo ſtark iſt, daſs er das Eiſen erhitzt.

b) Das *Roſten* des Eiſens iſt ſeinem Magnetiſmus nachtheilig, da es das Brennbare in ſeiner Maſſe vermindert, ſo wie hingegen mit Oehlen und Fettigkeiten beſtrichne Magnete und Nadeln ſtärker wirken, und der mehr mit Brennbarem erfüllte Stahl den Magnetiſmus länger behält.

c) Die *Stellung auſserhalb der magnetiſchen Linie, oder in derſelben bey verkehrten Polen*, kann die Kraft des Magneten in der Folge merklich ſchwächen,

chen, da er hingegen in der magnetiſchen, oder doch in der Declinationslinie, dem ungleichnamigen Pole der Erde gegenüber, und ſeiner gröſsten Wirkung ausgeſetzt, ſeine Kraft weit länger erhält.

d) Der *electriſche Schlag* verändert oder vernichtet den vorhandnen Magnetiſmus.

e) Die *Veränderung der innern Lage* der Eiſentheile, durch Biegen, Schütteln, Schlagen, kann den Magnetiſmus aufheben. Ein magnetiſirter Drath verliehrt ihn durchs Biegen, und der durch Seitenſchläge magnetiſirte Stab (§. 264. b.), wenn man ihn auf die Enden in der Richtung ſeiner Axe ſchlägt. Füllt man eine Glasröhre mit derbzuſammengedruckten Feilſpähnen, und beſtreicht ſie von auſsen, ſo erhält ſie eine Polarität, als wenn ſie aus dichtem Eiſen beſtünde; wird ſie aber geſchüttelt, und die Lage der Feilſpähne geändert, ſo hört die magnetiſche Wirkung auf.

f) Noch ſind einige Umſtände zu bemerken, die den Magnetiſmus ſchwächen und aufheben, aber vorzüglich aus dem folgenden zu beurtheilen ſind. Streicht man über einen magnetiſirten Stab mit einem Magnetpole ſchnell hin und her über einzelne Stellen, und in ungleichen Richtungen, ſo wird ſeine Kraft geſtöhrt, oder vernichtet. Daſſelbe geſchieht, wenn er lange zwiſchen Eiſengeräthe liegt, oder ein von ihm angezognes Eiſen ſchnell und in gerader Richtung von ihm abgeriſſen wird.

§. 266.

Die magnetiſchen Erſcheinungen mögen eben ſo, wie die electriſchen, von zwey verſchiednen

Strömungen abhängen, welche Vermuthung durch viele Thatfachen unterftützt wird.

a) Die Wirkungen der Magnetpole, oder die Richtungen diefer Wirkung laffen fich durch mehrere kleine Eifentheile, wie z. B. durch *Feilfpähne*, die man auf einer Fläche ausgeftreut hat, fehr deutlich zeigen. Nimmt man hierzu eine durchfichtige Glastafel, hält einen armirten Magnet mit feinen Polen auf die untere Seite der Glastafel, und erfchüttert diefe, fo dafs die Eifentheilchen in die Höhe hüpfen, fo werden fie in diefem Zuftande der Freyheit von dem magnetifchen Wirkungskreife ergriffen, gerichtet, und fallen in diefer Richtung wieder auf die Fläche zurück. Man erblickt hier im Grunde daffelbe, was wir fchon oben bey der Inclination bemerkten, nur hier wegen der Menge auffallender, und mehr in krummen Linien verbreitet. Gerade aus der Axe des Magneten gehen gerade Reihen von Feilfpähnen, gleichfam Fortfetzungen diefer Linie; feitwärts weichen fie immer mehr ab, fo dafs fie alfo rund um jeden Pol in ftrahlende Richtungen geftellt find. Hierbey findet man aber, dafs die inwärts gegen den andern Pol zu abweichenden Reihen mit denen eben fo abweichenden des andern Poles in Bogen zufammenfliefsen, die immer erhabener werden, je weiter fie von der Axe des Magneten entfernt find. Die an jedem Pole feitwärts und ganz auswärts ftehenden, die fich mit den ähnlichen des andern Poles nicht vereinigen können, zeigen doch eine Neigung dazu, durch ihre überall feitwärts zurückgehende Bogenlinien.

Hier fehen wir alfo faft die Summe aller Richtungen der magnetifchen Kraft; ihre Wirkfam-

keit

keit in einer Flüssigkeit, ihre durchdringende Eigenschaft, ihre fortschreitende Wirkung, und das Stofsen und Anziehen in Entfernung zeigen uns eine Strömung an, und die *Verhältnisse der beiden Pole* haben im Allgemeinen die auffallendste *Aehnlichkeit mit der positiven und negativen Electricität.* Jeder Pol wird den ihm zunächstliegenden Feilspähnen seine Polarität mittheilen, so dafs immer zwey Stückchen Eisen mit ungleichnamigen Polen aneinander hängen und eine Reihe bilden; in der nächsten Reihe werden aber die gleichnamigen Pole, die in beiden Reihen nebeneinander stehen, ein Abstofsen und eine Divergenz der Reihen verursachen; die Reihen werden flockig aussehen, weil nicht immer die gleichnamigen Pole genau nebeneinander stehen können; die Reihen von einem Pole gegen den andern aber müssen sich vereinigen, und die äufsersten Enden jener Reihen nothwendig ungleiche Pole erhalten.

Legt man einen magnetisirten Stab unter das Glas, so sind die Erscheinungen den vorigen in der Hauptsache ähnlich.

b) Da jeder Pol für sich wirksam ist, und, so wie der andre, Strömungen zeigt, die gleichnamigen Pole einander stofsen, die ungleichnamigen aber, wenn sie gleich wirksam sind, einander anziehen, so erinnert uns dieses an die Verhältnisse der entgegengesetzten Electricitäten, und was über sie in Ansehung ihrer Strömungen gesagt wurde. Wahrscheinlich ist auch hier *der eine Pol einströmend, der andre ausströmend*, jede Richtung für sich wird die ähnliche stofsen, aber beide zusammengebracht werden in einander fliefsen, da sie einerley Weg verfolgen. Dieses

 Aus-

Aus- und Einſtrömen, das man der Analogie wegen beynahe annehmen muſs, zeigt bey dem Magnet, wo beide Strömungen zuſammen vorkommen, auch die ſtärkſte Wirkung an zwey gemeiniglich an den Enden entgegengeſetzten Stellen, und wird zwiſchen denſelben weniger bemerkbar. Es ſcheint ſich gleichſam der Strom in der Maſſe zu verbergen, und erſt gegen das Ende wieder hervorzukommen.

c) Schon nach dieſer Annahme würde man voraus beſtimmen können, daſs ein ſo *durchſtrömter Magnet*, wenn er queer durch die Axe mehrmal *zertheilt* würde, *in jedem Stücke*, zufolge des einzigen durchgehenden Stroms, *an dem der Einſtrömung zugekehrten Ende* auch *einſtrömend* ſeyn, und ſo umgekehrt; ferner daſs ein an den Magnetpol gebrachtes Eiſen *an der Stelle der Berührung oder Annäherung einſtrömend* werden müſſe, *wenn der Magnetpol ausſtrömend war.* Dieſe Vermuthungen werden wirklich von der Natur beſtätigt: der zerbrochne Magnet verhält ſich wie der zerbrochne Turmalin, und Eiſenſtäbe erhalten im Wirkungskreiſe eines Magnetpols die entgegengeſetzte Strömung. Daſs ſie ſie aber auch bey der Berührung behalten, und hier nicht, wie bey der Electricität, ein Abſtoſsen auf das Anziehen folgt, das kommt von der beſtändigen Unterhaltung des Stromes und ſeines Zuges durch den Erdmagneten, wo bey einer beſtändigen Ableitung oder Zuleitung keine Ueberfüllung oder Ausleerung, und alſo keine ähnliche Strömung an der Stelle der Berührung möglich iſt.

Werden zwey ſtählerne Nadeln an Fäden hängend in den Wirkungskreis eines Magnetpoles ge-

gebracht, so stoſsen sie einander, da ihre gleichnamig magnetisirten Enden nebeneinander stehen; ein anderes sich ebenfalls stoſsendes Paar, das vom andern Pole magnetisirt wurde, wird mit diesem Paare sich vereinigen; eine Sache, die, nach Wegrechnung des eben bemerkten Hauptunterschiedes, *mit den electrischen Anzeigern viel Aehnliches hat.*

d) Der nämliche *Zug des Wirkungskreises* muſs sich auch zeigen, wenn man *einen stählernen Stab mit einem Magnetpole in einerley Richtung bestreicht*, nur ist die Ordnung wegen des fortgerückten Poles gerade umgekehrt. Das Ende des Stabes, wo das Einstreichen anfängt, muſs denselben Magnetismus haben, wie der streichende Pol, da dieselbe Strömung, die dem Pole folgt, auch gegen das eben dahin gekehrte Ende des Stabes dasselbe Verhältniſs haben muſs. Beym einfachen und beym Doppelstrich sind die Erscheinungen im Grunde die nämlichen.

e) An beiden Polen des Magnetstabes ist die Wirkung am stärksten, in der Mitte hingegen schwächer; der Punct der Mitte, an welchem die Kraft gleichsam ganz aufgehoben ist, wird der *magnetische Mittelpunct* genennt. Eine vorbeygeführte Magnetnadel, und das Abfallen der Feilspähne zeigen die Gegend desselben. Stellt man mehrere Nadeln um den Magnetstab, so sieht man die Abnahme der Inclination, und die Gegend des magnetischen Mittelpuncts noch schöner. Dieser Mittelpunct ist aber nicht immer mit dem Mittelpuncte der Schwere oder der Länge einerley, sein Stand hängt von vielen Nebenumständen ab, die im wirkenden Magneten und im Stabe selbst liegen. Wird ein Magnet-

gnetstab zerbrochen, so erhält jedes Stück zugleich mit seinen eignen Polen (§. 266. c.) auch einen eignen magnetischen Mittelpunct; aber dieser liegt im Anfange dem Bruche näher, und rückt erst nach und nach mehr gegen die Mitte des Stücks. Durch einen gegen den Magnetstab gehaltnen gleichnamigen Pol wird der Mittelpunct des Stabes offenbar weiter zurückgestoſsen.

f) Eine merkwürdige und *den electrischen Zonen* ungemein *ähnliche Erscheinung* ist folgende. Bringt man einen starkwirkenden Magnetpol gegen einen kleinern und kürzern Eisenstab, so wird, wie schon gesagt, das dem Pole zugekehrte Ende ungleichnamig, das entgegengesetzte aber gleichnamig werden. Ist aber der Pol schwach, und der Stab sehr lang, so wird diese Verschiedenheit sich nur auf eine kleine Weite der Länge des Stabs erstrecken, denn wird wieder die ungleichnamige, hierauf die gleichnamige Polarität, und so in mehrern Abwechslungen, jedoch mit immer zunehmender Schwächung, an dem Stabe folgen.

g) Man hat noch, auſser dem magnetischen Mittelpuncte, einige andre bemerkt, welche auf die Strömung während des Bestreichens Beziehung haben, und deren ich hier nur kürzlich erwähnen kann. Sie können, eben so, wie der Mittelpunct, nur am sichersten durch die Erfahrung bestimmt werden. Der eine dieser Puncte liegt in der Mitte zwischen den andern, und wenn sich der Magnetpol auf ihm befindet, so wird die Kraft des einen Endes im Stabe am meisten verstärkt; man nennt ihn den *culminirenden Punct.* Auf jeder Seite in ungewissen Entfernungen be-

findet

findet sich wieder ein Punct, auf welchem der Magnetpol, wenn er ihn im Vorbeystreichen trifft, allemal die Kraft des diesseitigen und nähern Endes schwächt und aufhebt. Diese Puncte hat man die *Indifferenzpuncte* genennt.

h) Die Strömung der *Mittheilung erfolgt nicht auf einmal*, und *geht bis zu einem gewissen Grade.* Die Mittheilung geschieht kräftiger bey der Berührung, als im blofsen Wirkungskreise; sie nimmt erst nach und nach zu, und der schwache Magnetismus der Erde bedarf Jahrhunderte der Einwirkung, ehe er Eisen für sich dauernd magnetisch macht; durch eine Magnetnadel, die durch Eisen von dem Pole eines Magneten getrennt wird, kann man deutlich zeigen, dafs eine Zeit vorübergehen mufs, ehe der Strom durch das Eisen dringen, und auf die Nadel wirken kann. Man bemerkt ferner, dafs die magnetische Kraft in einzelnen Stücken Eisen oder Stahl nach ihrer individuellen Beschaffenheit nur bis zu einem gewissen Grade anwachsen kann, den man den *Sättigungspunct* genennt hat. Ein kleines Stück Stahl kann zwar in dem Wirkungskreis, oder in Berührung eines starken Magnetpoles, eine sehr beträchtliche Kraft äufsern; kommt aber sehr bald nach der Entfernung des Magneten zu derjenigen Stärke zurück, zu welcher es bey langsamer und allmäliger Mittheilung nur würde haben hinaufkommen können. Auch theilt ein Magnet nie eine gleiche Kraft mit, sondern immer eine geringere, als er selbst besitzt.

i) Die *Masse* und die oft mit derselben zusammenhangende *Form der Leiter des Magnetismus* hat einen beträchtlichen Einflufs auf die Gegenwart, Stärke, und Art der Strömung. Je mehr Brenn-

bares das Eisen besitzt, um so fähiger ist es, magnetisch zu werden, ein fettiger Ueberzug verstärkt und erhält die magnetische Kraft, und Cörper, die das Eisen im dephlogisticirten Zustande enthalten, werden vom Magnet gezogen, wenn sie durch Glühen zwischen Kohlen mehr Brennbares erhalten haben. Das Rosten und das Glühen des metallischen Eisens, in welchen beiden Fällen das Brennbare entweicht, macht es nachher zur Annahme des Magnetismus unfähig. Man darf diese Fälle nicht mit dem oben (§. 264. c.) angezeigten verwechseln. Weiches Eisen erhält den Magnetismus schnell, und verliehrt ihn eben sobald; der Stahl bekommt ihn langsam, aber behält ihn dauernd, und ist zu der Mittheilung mehr geschickt.

Daſs das Schlagen, Hämmern und Biegen Einfluſs auf den Magnetismus habe, um ihn zu erregen, oder zu vernichten, ist schon erinnert worden (§. 264. b. d. 265. e.); aber vor der Mittheilung wird auch dadurch, und durch die äuſsere Bildung des Eisens, der Magnetismus auf eine bestimmte Weise gelenkt. Gemeiniglich folgt er der Länge des Eisens, und die Strömung geht von einem Ende zum andern.

Merkwürdig ist es ferner, daſs eine Magnetnadel, gegen den ungleichnamigen Pol eines starkwirkenden Magneten mit ihrem spitzigen Ende gebracht, in eine heftige Schwungbewegung kommt, die nach und nach aufhört. Käme dieses Schwingen blos von der Gewalt des Stromes her, so müſste es fortdauern; da es aber aufhört, so scheint ein materielles Eindringen bis zur Sättigung vorhanden zu seyn, und dieses Eindringen durch die Spitze erschwert zu werden.

Die

Die Ungleichheit der Lage der innern Theile kann, sowol bey natürlichen Magneten, als bey dem magnetischen Eisen, Gelegenheit zur Entstehung mehrerer Pole geben. Wahrscheinlich bilden hier die Theile mehrere parallele Streifen, deren jede an ihren Enden eine besondre Polarität erhält.

k) Die *Stärke der Wirkung* ist nach den Umständen verschieden. Ein kleiner Magnet trägt im Verhältniss mehr als ein grosser; die Kraft, mit welcher überhaupt Magnete eiserne Gewichte anziehen und halten, ist stärker, als die Anhängung, und dauernder, als die der Electricität. Sie wirkt am stärksten an den Polen der Magnete, und sie kann schon durch blosse allmälige Vermehrung des Gewichtes bis zu einem sehr hohen Grade vergrössert werden. Wenn die Falllinie des Gewichtes der Zuglinie des Magneten gerade entgegengesetzt ist, so ist der Magnet am ersten vermögend, das Gewicht zu erhalten; wirkt er aber gegen die Falllinie seitwärts, so wird die Schwere den Magnetismus überwinden. Die entgegengesetzte Ableitung am andern Ende ist auch vermögend, die Gewalt der Strömung und die ziehende Kraft am einen Ende zu vermehren. Ein Magnet hebt ein Eisen von einer eisernen Unterlage auf, welches er ohne dieselbe würde haben fallen lassen, und noch stärker zeigt es sich, wenn man statt einer eisernen unmagnetischen Masse, die nur erst beym Anhalten etwas magnetisch wird, den ungleichnamigen Pol eines andern Magneten an die entgegengesetzte Stelle des zu tragenden Gewichtes hält, wodurch die Strömung noch vollkommner eröffnet wird. Aus demselben Grunde wirken auch mehrere mit ein-

ander

ander verbundene, an sich schwache Magnetstäbe, sehr stark, und man ist vermögend, durch einzelne schwachwirkende, aber verbundne Stäbe, grössern eine stärkre Kraft, durch diese noch grössern eine noch beträchtlichere Kraft, u. s. w., mitzutheilen. Ein Magnet, dessen beide Pole durch einen Eisenstab, der an sie angelegt ist, in Ansehung ihrer Strömungen verbunden sind, wirkt nicht nach aussen, so wenig wie die Electrisirmaschine, wenn Küssen und Conductor verbunden werden, aber der Strom wird dadurch beständig unterhalten; zieht man den Stab seitwärts gelinde ab, so zeigt sich das Bestreben der Strömungen einander zu erreichen in der dem Strome nachgebenden, aber ihn vielleicht nicht leitenden Luft; es entstehen Wirkungskreise, und magnetische Erscheinungen am deutlichsten, obgleich bey der vorigen Verbindung einige schwache Nebenwirkungen noch möglich sind; reisst man aber den an den Polen befindlichen Stab auf einmal und gerade von der Zuglinie ab, so wird die Strömung wahrscheinlich im Innern verwirrt, und die Kraft der Pole merklich geschwächt. Nur die gleichnamigen Pole gleichstarker Magneten stossen sich; ist der eine davon aber viel schwächer, so wird er in dem Wirkungskreise des stärkern zum ungleichnamigen Pole verändert. Nach einiger Zeit aber stellt sich die vorige Polarität wieder her, wenn die Einwirkung des stärkern Poles entfernt wird.

§. 267.

Die magnetische Kraft hat wegen ihrer Allgemeinheit wahrscheinlich einen grossen Einfluss auf die freye Natur.

a) Die

a) Die Aehnlichkeit der magnetischen Erscheinungen mit den electrischen, die wir schon hin und wieder bemerkten, und bald näher betrachten werden, macht es, so wie die anerkannte *Wirkung* der letztern *auf organische Cörper*, sehr glaublich, dafs auch der Magnetismus auf dieselben nicht unwirksam sey. Nur sind alsdenn sehr natürlich die starken Wirkungen, die die Electricität als offenbares Reizmittel hervorbringen kann, von dem sanfteren Magnetismus nicht zu erwarten. Man hat wirklich mehrere glaubwürdige Beobachtungen, nach denen sich ganze, polarisch wirkende, und strömende Magnete, äufserlich an den menschlichen Cörper angebracht, als schmerzstillende und stärkende Nervenmittel bewiesen.

Aber es ist leicht einzusehen, dafs man hier, wie bey aller Naturforschung, unbefangen zu Werke zu gehen, und der Natur nicht mehr anzudichten habe, als was sie durch ihre eignen Combinationen, und durch das Zusammentreffen der Erscheinungen der kältern Ueberlegung als Regel und Wahrheit bestätigt. Der Fehler wäre noch zu entschuldigen, dafs man allerley wirklich auffallende Anhängungen und Verwandtschaften mit dem Magnetismus in Parallele stellte, und z. B. die Phosphore mit dem Namen der Lichtmagnete belegte; aber es war unüberlegt, Magnete gepülvert als Arzney einzugeben, oder als Pflaster aufzulegen; es war Schande für denkende Menschen, sich durch einen unerwiesnen, in allen Wesen liegenden, und zu Gaukeleyen dienlichen Magnetismus, auf eine selbst den Sitten nachtheilige Art äffen zu lassen, und Schande unter Rechtschaffenen, eben damit,

mit

mit Goldmagneten, und magnetiſchen Betten zu betrügen.

b) Auſser dem Eiſen ſcheint wenig oder nichts in der übrigen organiſchen und ungebildeten Natur die Einwirkungen des magnetiſchen Stromes anzunehmen, und es iſt, als wäre dieſer Einfluſs höchſt unbeträchtlich, oder gar nicht vorhanden. Gleichwol bemerken wir ſowol das Eiſen über die ganze Erde ausgebreitet, und in faſt allen Cörpern, ohne jedoch immer gegen den Magnetiſmus in ihnen empfänglich zu ſeyn; wir ſehen eben ſo allgemein die Richtungs- und Mittheilungskraft des Erdmagnetiſmus, ſeine Meridiane, Pole, Abweichungen und Variationen über den ganzen Erdball auf eine beſtimmte Weiſe wirkſam, und der Schluſs iſt ſehr natürlich, daſs, wenn wir auch vielleicht nicht fähig ſeyn ſollten, uns von einem vorhandnen Magnetiſmus der übrigen organiſchen und inorganiſchen Natur zu überzeugen, oder wenn er gar nicht vorhanden ſeyn ſollte, dennoch *der ganze Weltcörper ſelbſt in einer ſehr weſentlichen Verbindung mit den magnetiſchen Strömen ſtehe*, und vielleicht dem Magnetiſmus an ſeiner Einwirkung aufs Ganze das erſetzt werde, was ihm an der Wirkſamkeit aufs Einzelne abgeht. Bedenken wir noch die Aehnlichkeit der Planetencörper im Allgemeinen, ſo werden wir ſehr geneigt, den Magnetiſmus für eine Kraft zu halten, welche auf die Syſteme der Weltcörper Beziehung hat.

c) Von dieſen Betrachtungen wird man ſehr ungezwungen auf die Erſcheinungen der *Polarlichter*, des in unſrer Hemiſphäre bekandten Nordlichtes oder Nordſcheines, und des auf der mittägigen Erd-

Erdhälfte vorkommenden Südſcheines geleitet. Beide Lichterſcheinungen breiten ſich von den Polen der Erde in beträchtlichen Entfernungen aus, ſind an den Polen häuſiger und ſtärker, und durch ſie wird die Richtung der Magnetnadel merklich geſtört. Alle dieſe Umſtände zeigen ihren Zuſammenhang mit dem Magnetiſmus der Erde.

§. 268.

Die Aehnlichkeit der Electricität und des Magnetiſmus iſt ſehr groſs, ſie hängen beide durch Mittelerſcheinungen zuſammen, und der Unterſchied zwiſchen ihnen ſcheint nur in gewiſſer Rückſicht weſentlich zu ſeyn.

a) Bey *Electricität und Magnetiſmus* findet man die Erſcheinung des *Anziehens und Stoſsens*, man ſieht, wie ſie in Entfernungen wirken; es iſt nicht unwahrſcheinlich, bey beiden eine Strömung, und zwar nach entgegengeſetzter Richtung in Anſehung der Cörper, an denen ſich die Strömung zeigt, jedoch eigentlich nur nach Einem Zuge, anzunehmen. Mit Einſtrömung wird Zufluſs, mit Ausſtrömung Mangel und Ausleerung verbunden ſeyn, und materielle Verhältniſſe zeigt der Magnetiſmus (§. 266. h. i.) auf ähnliche Art, wie die Electricität. Das Beſtreben der Strömungen in dem unvollkommnen Leiter der Luft überhaupt, und beym Magnet auch noch in andern Maſſen, iſt Urſache an jenem Anziehen und Stoſsen, und bringt die *Wirkungskreiſe* hervor. Electricität und Magnetiſmus werden durch *mechaniſche Mittel* hervorgebracht und vernichtet, durch Schlagen, Rei-

Reiben und Zerbrechen, und dasselbe geschieht mit besondern Bestimmungen auch bey der *veränderten Temperatur*, beym Glühen, Schmelzen, Frieren der Massen. Die Strömung theilt sich nach ihrer Art denen in den Wirkungskreis gebrachten, *für den Strom empfänglichen Cörpern* (wie das Eisen, ein Metall, es für beide ist) mit, doch so, dass *der empfangende Theil eine ungleiche Strömung* zeigt, und einströmend ist, wenn der Wirkungskreis ausströmend war, indem jener Strom gegen ihn in einerley Richtung fortgesetzt wird. Eine *stärkere Ableitung oder Zuleitung* vermehrt den electrischen und magnetischen Strom, und *verstärkt* seine Wirkung, wie bey dem Electrophor, der leidner Flasche; und beym Magnetismus ist es ebenfalls deutlich (§. 266. k.); wird der Strom *vollkommen durch Massen geleitet*, oder circulirt er in denselben, *so fällt das Bestreben der Strömung aussen weg*, mit ihm sein Wirkungskreis, und dessen Erscheinungen. Bey gehöriger Länge des empfangenden Cörpers entsteht ein *unwirksamer Mittelpunct*, bey noch grösserer Länge *abwechselnde Zonen* von ungleichen Strömen.

b) Die Electricität hat hingegen keine *Polarität gegen die Erde*, die Strömungen werden blos von der Erde geleitet, und alsdenn unmerklich gemacht, beym Isoliren zeigen sie ihr Bestreben, und da die Erde aus der Entfernung keine fortdauernde Leitung bewirken kann, so ist hier Ueberfüllung und Entleerung der ganzen Masse möglich. Nicht so beym Magnet. Er wird beständig durch die Einwirkung des Erdmagneten in Bestreben nach der Richtung und Durchströmung erhalten, zeigt immer beide

Strö-

Ströme im Durchzuge, und nie einen für ſich. *Durch Mittheilung des Stromes hören die Erſcheinungen* der Electricität *auf*, da das Gleichgewicht nur an einzelnen Stellen geſtört, eine Strömung hervorgebracht, aber eben daſelbſt jenes hergeſtellt und dieſe aufgehoben wird. Beym Magnetiſmus wird die Kraft durch Mittheilung und Berührung verſtärkt, da der groſse magnetiſche Strom des Planeten bey gegebener Gelegenheit die nun eröffnete Strömung und ihren Zug unterſtützt. Die electriſche Wirkung *vergeht* ſchnell, der Magnetiſmus hingegen dauert eine ſehr lange Zeit. Die Electricität zeigt ſich häufig mit *Licht* und plötzlicher *Wärme*, beym Magnetiſmus aber findet man kaum davon eine Spur. Nur das Eiſen iſt zu ſeiner *Leitung empfänglich*, da die Electricität eine weit gröſsre Menge vollkommner Leiter hat, und die unvollkommnen es nur in einem gewiſſen Grade ſind.

c) Mehrere Mittelerſcheinungen laſſen uns, dieſer Abweichung ungeachtet, eine Annäherung beider Kräfte finden. Beym electriſirten Stabe zeigt ſich eine vorübergehende, beym Turmalin eine fixirte *Polarität* beider Strömungen, nur äuſsern ſich letztere hier gegen die halb leitende Luft, die magnetiſchen gegen die leitenden Erdpole und das Eiſen. Der Electrophor und die leidner Flaſche behalten ihre Electricität eine ſehr *beträchtliche Zeit*, und weiches Eiſen, das den Magnetiſmus wirklich ſehr ſchnell erhält, verliehrt ihn auch in demſelben Verhältniſs. Das Polarlicht, eine *feurige Erſcheinung*, den electriſchen feurigen Strömungen im luftleeren Raume ungemein ähnlich, und auch in hö-

höhern und feinern Luftregionen ausgebreitet, hat einen offenbaren Zuſammenhang mit dem Magnetiſmus. Der *Blitz*, oder electriſche Schlag, ſteht nicht weniger mit der magnetiſchen Kraft in Verbindung.

d) Da wir ſo viele überzeugende Aehnlichkeiten zwiſchen Electricität und Magnetiſmus bemerken, und finden, daſs die Verſchiedenheiten zwiſchen ihnen durch Mittelerſcheinungen, Uebergänge und Verwandtſchaften entkräftet werden, ſo iſt es nicht unnatürlich, beide blos für Modificationen einer Hauptkraft anzunehmen, und dieſe letztere mit dem Namen der *Polarität* zu belegen. Der weſentlichſte Unterſchied des Magnetiſmus, der nicht von den Umſtänden und Gradationen abhängt, wäre die Beziehung auf das Eiſen; aber dadurch würde er ſich immer blos als Nebenart von der Electricität unterſcheiden.

§. 269.

Alle bisher betrachtete Kräfte der Natur haben mehrere allgemeine und beſondre Verhältniſſe gegeneinander, die wir oberflächlich bemerken können, ohne ihre wahre Abhängigkeit gewiſs zu beſtimmen.

a) *Keine der übrigen Kräfte*, die Schwere, Anhängung, Wärme, und das Licht, zeigt *eine ſo beſtimmte* durchgehende, und ſich an dem Orte des Ein- und Ausgangs ſo deutlich ſammelnde *Strömung, als die Polarität.* Wenn auch gleich die Anziehung Urſache einer Ausſcheidung und Abſtoſsung wird, ſo geſchieht dieſe nicht durch die Wirkung gleicher Ströme, und ihre gegen-

ſei-

seitige Hinderung, sondern durch eine nähere Verwandtschaft, die eine geringere aufhebt.

b) Gleichwol finden sich auch *Aehnlichkeiten der übrigen Kräfte mit der Polarität.* Wärme und Licht ist mit der Electricität verbunden, die Wärme ist der Electricität, in gewisser Rücksicht, beförderlich, sie hat einen Zug nach oben, oder von dem Mittelpuncte der Erde weg, und so, wie die Schwere gegen denselben, eine Art von Polarität; das Licht hängt sich am stärksten an harzige und glasartige Stoffe, und wird durch sie, die nämlichen, die auch am meisten electrisch sind, am stärksten gebrochen; so wie es Leiter der Polarität giebt, so giebt es auch Cörper, gegen welche Licht, Wärme, Anziehung viel Verwandtschaft, und die Schwere viele Einwirkung zeigt, und andre, bey denen das Gegentheil stattfindet.

c) Das *Reiben* und Bewegen *der cörperlichen Theile* setzt mehrere Naturkräfte in Thätigkeit, die Anhängung bey den Auflösungen, die Wärme, das Licht bey der Gluth, und endlich beide Arten von Polarität. Die Weltcörper, die Wohnbarkeit und Kreislauf durch die Verhältnisse der Schwere bekommen, sind alle, sie mögen sich um andre bewegen, oder scheinbar Centralcörper vorstellen, in einer beständigen Bewegung um ihre Axe.

d) Mehrere *Kräfte scheinen* nicht blos Bewegung vorhandner und bekandter, oder allgemeiner, sondern *Ausscheidungen und Strömungen eigner Materien zu seyn.* Die Wärme, das Licht, und die Polarität zeigen sich materiell, indem sie nur gegen gewisse Grundstoffe bestimmte Ver-

wandt-

wandtſchaften haben, die Wärme und Polarität iſt ſogar materiell durch Ausſcheidung und Erſchöpfung. Die Anhängung und die ihr verwandte Schwere ſcheint blos in einem äuſsern Drucke zu beſtehen, der auf die Stoffe wirkt, ohne ſelbſt mit einem eigenthümlichen Stoffe verbunden zu ſeyn.

e) Die *Richtung*, oder *der Strom*, iſt bey denen Naturkräften, die auf Bewegung, und hierdurch auf Veränderung abzwecken, mehr oder weniger und auf verſchiedene Art bemerkbar. Die Maſſen, welche am meiſten mit dieſen Strömungen in Verwandtſchaft ſtehen, werden entweder ſtark von ihnen fortgeriſſen, oder leiten ſie ſo ſtark in ſich ab, daſs keine Wirkung äuſserlich zu empſinden iſt. Das Beſtreben der Strömung wird gemeiniglich als *Wirkungskreis* um die Cörper bemerkbar, und immer wegen der Ausbreitung in zunehmender Entfernung ſchwächer. Licht, Wärme und Polarität ſtrömen in die für ſie empfänglichen Cörper über, und werden in der Maſſe derſelben verſchiedentlich von ihrer *vorigen Richtung abgeleitet.* Das Licht wird gebrochen, die Electricität ſucht die beſten Leiter zu erreichen, die Wärme aber ſucht ihre Richtung nach oben, der Magnetiſmus ſeine Polarrichtung bey dem Durchgange und der Nachfolge der beſten Maſſe zu beobachten. Die Schwere wirkt überall gegen den Mittelpunct der Maſſe, die Anhängung gegen den geringſten Widerſtand, und die meiſten Berührungspuncte. Geradlinige Richtungen der Schwere, des Lichtes und der Wärme werden von feſten oder elaſtiſchen Maſſen unter gleichen Winkeln der Anprallung wieder *zurückgeworfen.*

f) Man

f) Man könnte zwar die Urſache der Erſcheinungen der Naturkräfte in den Cörpern ſelbſt ſuchen, aber es iſt nach der Allgemeinheit, und zuweilen nach dem offenbaren Ausgange der Wirkung weit natürlicher, die *Cörper als leidend*, und *nur für die Arten der von auſsen wirkenden Kräfte mehr oder weniger empfänglich* anzunehmen. Einige Kräfte, die immer fortwirken, wie die Schwere, die Anhängung, und der Magnetiſmus der Erde, werden ſogleich auf die dazu ſchicklichen Cörper wirken, ſobald die Hinderniſſe aus dem Wege ſind.

g) Die *Naturkräfte ſind einander ſelbſt hinderlich*, und ſchränken dadurch ihre Thätigkeit auf die wohlthätigſte Weiſe ein. Durch nach und nach erfolgende Zunahme erhält eine Kraft das Uebergewicht über eine andre, und wird merklicher, aber dann liegt auch gemeiniglich in ihr ſelbſt die Urſache, dieſe hohe Stufe zu verlaſſen, und das Zunehmen andrer Kräfte zu verſtatten. So bleibt die Natur im Ganzen ewig dieſelbe, ſie kennt eben ſo wenig die Ruhe, wie die Vernichtung.

h) Alles, was wir von der Natur erkennen, *bemerken wir zuerſt durch die Sinne;* die mannigfaltigen Erſcheinungen, die wir an den Cörpern wahrnehmen, vergleichen wir untereinander, finden Aehnlichkeiten der Wirkungen, ſammeln dieſe Begriffe, und ſchlieſsen von ähnlichen Erfolgen auf ähnliche Urſachen; dieſe neuen Begriffe vergleichen wir wieder zu höhern Begriffen, und die letzten Aehnlichkeiten, die andre unter ſich begreifen, aber ſelbſt untereinander noch entfernt ſtehen, *gelten uns für die Grundurſachen*, für die Grundkräfte der Natur.

Daſſelbe, was hier in Anſehung der Wirkungen überhaupt beſtimmend iſt, das iſt es bey den Grundſtoffen in Anſehung der coexiſtirenden Eigenſchaften. Durch dieſe beſtimmte, unzerlegbare, aber der Verbindung fähige Cörper, ſind chemiſche Grundſtoffe.

i) Man hat viel von *Elementarerden*, *Elementarſäuren* u. d. geträumt, aber ſie nicht gefunden, und überzeugend dargeſtellt. Eine Theorie aus dem Kopfe ſpinnen, und die vorhandnen Thatſachen unbefangen aneinander reihen, ſind ganz verſchiedene Dinge. Das letztere haben wir in Rückſicht auf die Grundſtoffe zu bewirken geſucht.

Bey den Naturkräften iſt die Entſcheidung ſchwerer. Ein chemiſches Element, woraus alle übrigen entſtehen, iſt noch nie erwieſen worden, aber mit Gewiſsheit können wir nicht ſagen, ob die verſchiednen Naturkräfte blos Modificationen *einer einzigen Hauptkraft*, ob ſie beſondre Kräfte ſind, und in welcher Abhängigkeit ſie gegen einander ſtehen. Es ſcheinen mehrere Arten von Wärme und Licht zu exiſtiren, und gleichwol iſt die Natur jeder Kraft wieder allgemeinen Regeln unterworfen, Wärme und Licht ſtehen im Zuſammenhange mit der Polarität, ſind Verwandtſchaften der Anhängung untergeordnet, und noch mit zwey andern organiſchen Kräften, die ich am Schluſſe ſogleich bemerken werde, ziemlich weſentlich verbunden. Einige Kräfte ſcheinen materiell, und wirken doch zugleich ſehr ſtark in gewiſſer Richtung, bey andern iſt blos das letztere; Anhängung und Schwere ſcheinen, ſo wie die Electricität und der

der Magnetiſmus, nur Nebenarten gegeneinander zu ſeyn, gleichwol ſtreiten ſie unter ſich wieder in mannigfaltigen Verhältniſſen.

k) Alle organiſche Cörper wachſen durch einen hydroſtatiſchen und hydrauliſchen Bau ihres Gefäſsgewebes. Wenn wir uns auch mit der Kleinheit des Gegenſtandes entſchuldigen, und uns über die erſte Entſtehung dieſes Baues beruhigen wollten, ſo können wir doch die neue Anſetzung gebildeter Theile bey dem fortgehenden Wachsthume nicht übergehen. Hier iſt offenbar bey der ſtärkſten Vergröſserung keine bloſse Entwicklung vorhandner zartgebildeter Keime anzunehmen, es iſt eine Ausbildung, die wir nicht anders, als in ihren Folgen begreifen. Wir haben keinen erklärenden Ausdruck für ſie, der nicht zu dunkel bliebe, und wir thun noch übler, wenn wir, weil uns hier die Natur ihre erſten Anfänge verbirgt, uns auch in manchen andern Fällen nicht um ſie bekümmern, und Möglichkeiten nach Willkühr behaupten wollen. Noch eins iſt bey dem Wachsthum der organiſchen Cörper noch zur Zeit unerklärbar, die Abſcheidung der Säfte. In einem beſtimmten Gefäſsbau, in gewiſſen Arten der Geſchöpfe und ihren Theilen, werden aus einerley Nahrung die verſchiedenſten, der Kunſt meiſt unnachahmlichen Säfte abgeſchieden. Zwiſchen Mittel und Wirkung iſt für unſre Einſicht hier kein Zuſammenhang. Beide jetzterwähnte Eigenſchaften des organiſchen Lebens ſind aus keinem Geſetze der übrigen Naturkräfte zu erklären; ſie ſtehen für ſich, und ihre ſupponirte Urſache nennen wir füglich die *Lebenskraft.*

l) Eine Art organischer Wesen, welche auch in der vollkommnern Bildung von der andern abweichen, erhält den Namen der Thiere. Sie führen gewisse weiche Theile, das Gehirn und die Nerven, durch welche sich eine ganz eigne und noch weit unbegreiflichere Kraft offenbart. Diese *Nervenkraft* zieht, durch äusere Dinge gereizt, gewisse Faserbündel im Thiercörper zu bestimmten Bewegungen zusammen, aber sie empfindet das Wesen der Dinge, vergleicht ihre Einwirkungen, und schreitet hierauf nach eigner Willkühr zu den Bewegungen. Sie ist uns noch unbekandter, als alle übrigen Kräfte, ihre oberflächlichen Erscheinungen sind es allein, die unsre Bewunderung fordern. Sie scheint, so herrlich und selbstständig sie ist, den äussern Dingen sehr untergeordnet zu seyn, von unbeträchtlichen Ursachen gestärkt und geschwächt, und für unsre Empfindung beym Tode vernichtet zu werden.

m) Aber die Natur dauert ewig fort, kein Stoff, keine Kraft geht in ihr verlohren; Mittel und Zwecke halten sich immer das Gleichgewicht. Der Cirkel der übrigen Natur scheint vor unsern Augen zu liegen, und wenn gleich nicht in allen einzelnen Theilen, doch in seiner Vollendung klar zu seyn. Nur *die* letztere *empfindende Kraft scheint ihren Lauf hier nicht zu vollenden,* und sich, mitten in ihrer Zunahme, unsrer Beobachtung zu entziehen; nur sie steht im Misverhältnisse der Mittel zu den Zwecken, wir sehen blos jene, aber es ist unmöglich, dass ein so schön angefangnes Schauspiel, mit dem ersten noch unbefriedigenden Acte, könne geschlossen seyn.

Einzel-

Einzelne Merkwürdigkeiten dieſes Capitels.

1) Magnetiſches Anziehen §. 261. c. d. f). §. 263. a — c). §. 266. a — c).
2) Magnetiſches Abſtoſsen §. 261. e). §. 266. a — c).
3) Polarrichtung der Magneten §. 261. b). §. 262. f). §. 263. §. 265. a).
4) Magnetpole §. 261. b. c. d. e). §. 262. a — c. e. f).
5) Magnetiſcher Aequator §. 261. b).
6) Magnetiſche Meridiane §. 261. b).
7) Armatür der Magneten §. 262. a).
8) Künſtliche Magneten §. 262. b. c. e).
9) Mittheilung und Erregung der magnetiſchen Kraft §. 262. b. c). §. 264.
10) Magnetnadeln §. 262. f). §. 263. Ihre Anwendung §. 263. f).
11) Declination §. 263. a).
12) Variation §. 263. b). §. 265. a).
13) Inclination §. 263. c).
14) Magnetiſche Linie §. 263. d). §. 264. a — c). §. 265. c).
15) Weltkarten für die Richtung der Magnetnadel §. 263. e).
16) Erdmagnetiſmus §. 261. e). §. 263. 264. g). §. 267. b. c).
17) Zuſammenhang der electriſchen und magnetiſchen Kraft §. 264. f). §. 265. d). §. 266. a). §. 268.
18) Abhängigkeit des Magnetiſmus von äuſsrer Form und innerer Lage der Theile §. 264. e). §. 265. b. e). §. 266. i).
19) Magnetiſche Wirkungskreiſe §. 261. c). §. 262. c). §. 263. c). §. 264. g). §. 265. a). §. 266.

20) Magnetiſcher Mittelpunct §. 266. e).
21) Culminationspunct, und Indifferenzpuncte §. 266. g).
22) Magnetiſche Zonen §. 266. f).
23) Sättigungspunct §. 266. h).
24) Stärke des Magnetiſmus §. 266. h. k).
25) Wirkung des Magnetiſmus auf organiſche Cörper §. 267. a).
26) Polarlichter §. 263. b). §. 267. c). §. 268. c).
27) Polarität §. 268. d).
28) Grundkräfte der Natur §. 269. h. i).
29) Lebenskraft §. 269. k).
30) Nervenkraft §. 269. l).
31) Fortdauer der Geiſter §. 269. m).

Erklä-



Erklärung der Kupfertafeln.

Erste Tafel.

1. Ein chemischer tragbarer Ofen von Blech, der im ganzen Verhältnisse der Länge und Breite sechsmal grösser, als in der Zeichnung, verfertigt, zu einer Menge instructiver im kleinen anzustellender Versuche zu brauchen ist. Die mittlere Thür geht zu dem eigentlichen Behältnisse der Kohlenfeurung; das kleinere in ihr angebrachte Thürchen dient, um den Hals einer Retorte daraus hervorgehen zu lassen, welche das Glühefeuer ausstehen soll, auch, in andern Fällen, um von dem Zustande der Gluth zu urtheilen. Am Grunde dieses Behältnisses ruht ein Stein für Schmelztiegel oder Retorten auf dem eisernen Roste, dessen viereckige Stäbe hier im Durchschnitt punctirt angegeben sind, zwischen denen die Asche auf den Boden des ganzen Ofens fällt, an welchem ein Thürchen angebracht ist, das zur Unterhaltung des Zuges bey der Feurung offen bleibt, und durch welches die Asche herausgenommen wird. Oben sind einige Schieber angebracht, durch die man jenen Zug verstärken oder vermindern kann. An der Seite des Ofens ist ein schiefer Canal, der allenfalls auch wie eine Thür geöffnet werden kann, eben so mit einem Gewerbe, oben aber mit einem schweren eisernen Deckel versehen ist, der sich an ein Eisen anlehnt, wenn man

man ihn zurückſchlägt, um nichts an den Gefäſsen zu beſchädigen. Durch dieſen Canal werden Kohlen nachgefüllt. Die Auffätze auf den Ofen können verſchieden ſeyn. Der hier eingepaſste, mit Ringen wieder abzuhebende, beſteht aus einem Keſſel, oder einer Capelle, die gewöhnlich mit Sand gefüllt wird, und zu Auflöſungen, Deſtillationen, und leichtern Sublimationen in gläſernen Gefäſsen dient, welche man in den Sand ſtellt. Eine andre Platte, mit einer Oeffnung in der Mitte, worin ſich ein Schmelztiegel gröſstentheils einſenken lieſse, würde zu ſtarken Sublimationen, und ein pyramidaliſcher, am Ende geöffneter, würde bey ſtärkern Schmelzverſuchen ſchicklich ſeyn. Die dem ſtärkſten Feuer ausgeſetzten Wände des Ofens und der Auffätze werden, um nicht zu ſehr zu leiden, mit Lehm beſchlagen wie die Gefäſse von Glas, die man dem Gluthfeuer ausſetzt. S. N. 4. und 5.

2. Ein Schmelztiegel von Thon, mit dem Deckel, um das Einfallen fremder Materien zu verhüten. Sein Gebrauch kommt vor bey §. 26. c. 35. c. g. i. 36. f. 40. e. 41. c. e. f. 45. a. l. 46. a. 47. a. d. 64. a. b. 70. b. 74. 76. c. 80. d. 83. b. c. 84. 87. d. 95. d. 97. b. 99. a. b. 111. a. b. d. f. 112. a. b. c. 113. a. i. 114. c. 115. e. h. 116. e.

3. Eine ſogenannte Düte, ein blos in der Form abgeänderter Schmelztiegel. Die innere Höhlung iſt hier ebenfalls angedeutet, und endigt ſich unten in eine Spitze, um bey Metallſchmelzungen von dieſen ſchweren Maſſen daſelbſt einen Kegel zu bilden, der ſich beym Zerſchlagen

gen des Gefäſses leicht von den übrigen Schlacken abſondern läſst.

4. Eine gläſerne oder thönerne Retorte, die gröſstentheils mit einem Gemiſche aus Lehm, gezupften Kühhaaren, Mennige, Ziegelmehl u. d. überſtrichen iſt, um im Glühefeuer nicht zu leiden. Sie dient zur trocknen Deſtillation: §. 13. c. 22. c. 26. d. 40. b. e. 79. a. 112. a. 121. c. 123. c. 126. 133. 135. d. 155. b. f. 157. b — d. 158. e.

5. Ein Sublimirglas, eben ſo beſchlagen, oben mit einem noch weichen Lehmſtöpſel, um es, wenn die brauchbaren Theile aufſteigen, zu verſchlieſsen. Es wird in einem Schmelztiegel in Sand geſetzt, und nach und nach meiſt bis zum Glühen erhitzt. Gelinde Sublimationen bedürfen keines Glühfeuers und keines Beſchlages. Beyſpiele von Sublimationen findet man §. 40. a. 46. a. c. 107. a. 108. b. 129. b.

6. Eine Phiole mit eingeriebnem Stöpſel, zu innigen, langwierigen Auflöſungen, und wo man nichts will verfliegen laſſen. Sie wird, wie die folgende Anſtalt, dazu mit dem angefüllten Theile in Sand, oder Aſche, über Lampen, Kohlen, oder in die Sonne geſtellt.

7. Ein andres gewöhnliches Glas mit einer geiſtigen Auflöſung. Um das Zerſpringen durch die elaſtiſchen Dämpfe zu verhüten, wird das Gefäſs nur zu $\frac{1}{3}$ oder zur Hälfte erfüllt, und mit einer Blaſe verbunden, durch welche eine Nadel geſtochen iſt, die, wenn die Blaſe von der ausgedehnten Luft emporgetrieben wird, immer herausgezogen werden kann.

8. Ein Helmapparat, der gewöhnlich zum Deſtilliren leichter Dämpfe, wie des Waſſers, Wein-

gei-

geiſtes u. ſ. w. gebraucht wird. Der Helm wird auf den nur zum Theil erfüllten Kolben mit umwickeltem Papiere angepaſst, und denn, wie die Puncte anzeigen, von auſsen mit Blaſe, oder mit Papier und Mehlkleiſter verbunden. Der Schnabel des Helms wird eben ſo, wie der Kolbenhals in den Helm, in verſchiedene beliebige Gefäſse, oder Vorlagen geſteckt. §. 102. a. 128. e. 141. 144. b.

9. Eine Retortendeſtillation über Lampenfeuer, wie ſie zu kleinen blos inſtructiven Verſuchen mit geringen Quantitäten ſelbſt im Studirzimmer ſehr bequem iſt. Der Bauch der Retorte darf hierzu nur 3 oder $3\frac{1}{2}$ mal ſo groſs ſeyn, als in der Zeichnung. Die Verbindung mit der Vorlage iſt, wie beym Helmapparat, und bey beiden kann man die Vorlage, der Abkühlung der Dämpfe wegen, in ein Gefäſs mit kaltem Waſſer ſtellen. Iſt alles von Glas, ſo iſt die Beobachtung noch angenehmer. Die hier gezeichnete Vorlage iſt deswegen ſehr bequem, weil man ſie gleich nach dem Abnehmen auf ihren Fuſs hinſtellen kann. Lampe und Gefäſs der Vorlage können durch Böden mit Klammern auf- und niedergeſchoben werden, und die ganzen Geſtelle kann man aus weiſsem Blech verfertigen laſſen. Die Retortendeſtillation dient zwar auch zu wäſsrigen und geiſtigen Producten, aber zu ſchwerern Dämpfen, die nicht ſo hoch ſteigen können, iſt ſie nothwendig. §. 27. b. 31. a — c. 32. d. 39. f. 49. c. 58. a. 59. b. c. 77. e. 105. b. 115. h. 144. b. 149. i.

10. Ein pnevmatiſches Apparat, zur Entwicklung künſtlicher Luftarten, mit Hülfe einer Flüſſigkeit, oder durch Aufbrauſen. Das Gefäſs,

worin

worin die Entwicklung gefchieht, fteht auf einer Sandcapelle und einem Dreyfufs, und, wenn es nöthig ift, über einer in der Zeichnung weggelaffenen Lampe. Die krumme Röhre, die in einem Korke fteckt, hat eine Erweiterung, um die etwa aufgeftiegnen Dünfte wieder abfliefsen zu laffen. Zum Entwicklungsgefäfs kann man auch eine Phiole brauchen.

11. Auch ein Entwicklungsgefäfs mit doppeltem eingeriebnen Stöpfel, wo man, ohne die Leitungsröhre zu verändern, durch die andre Oeffnung nachfüllen kann. Von den durch Aufbraufen, und überhaupt aus Flüffigkeiten entwickelten Luftarten, findet man Beyfpiele §. 3. b. 14. d. 15. a. 28. c. 33. a. b. 39. h. 45. g. 49. c. 53. d. 61. c. 72. b. 101. 105. a. 158. g.

12. Eine Tubulatretorte, welche, ohne den Hals zu verunreinigen, und die Lage zu verändern, durch die obere Röhre gefüllt, gleich verfchloffen, und fo zu Deftillationen und Luftentwicklungen gebraucht werden kann.

13. Eine Röhre zum pnevmatifchen Apparat mit einem Korkftöpfel in den Hals einer Retorte zu befeftigen, wenn diefe das Entwicklungsgefäfs vorftellt, fie mag nun von Glas feyn und durch Aufbraufen luftgebende Materien enthalten, oder befchlagen und mit trocknen Dingen gefüllt feyn, die erft im Glühfeuer Luft von fich geben. Beyfpiele von letzterem f. §. 3. b. 13. c. 35. c.

14. und 15. find Bretchen mit trichterförmigen, nach oben engeren Oeffnungen, die auf verfchiedne Art beym pnevmatifchen Apparat in dem grofsen Wafferbehälter angebracht werden, um die zu füllenden Gefäfse mit Bequemlich-

keit

keit auf sie stellen zu können, und die Luft durch die Oeffnungen in selbige aufsteigen zu lassen.

16. Die Art, wie ein mit Luft gefülltes weitgeöffnetes Gefäss, das man nicht wohl zustopfen kann, mit einer kleinern Schaale aus dem Wasser gehoben wird.

17. Eine kurze Röhre mit einem Hahn an einer Blase, an der andern Seite mit einem Kork versehen, den man geradezu in die Mündung eines Entwicklungsgefässes, wie z. B. N. 11., stecken kann, um die Blase mit Luft anzufüllen.

18. Eine noch bequemere Einrichtung, als die der Blase, um die Luft in einem Strome hervorgehen zu lassen, Seifenblasen aufzutreiben u. s. w. Man füllt das untere Behältniss durch das obere mit Wasser, treibt dieses aber wieder in das obere, indem man an die Seitenröhre des untern eine mit Luft gefüllte Blase anbringt, sie in diesen untern Behälter ausdrückt, und hierauf die Hähne verschliesst. Oeffnet man sie, so fällt das Wasser in den untern Behälter, und druckt die Luft zur Seitenröhre heraus. Hätte man eine Seifenblase mit Knallluft hervorgetrieben, so kann man durch Zuschliessen des kleinern Hahns die gefährliche Entzündung der übrigen Luft verhüten. Noch besser ist es, wenn man noch ein eingeschliffnes, auch mit einem Hahne versehenes, sich in einen Pfeifenkopf endigendes Röhrchen ansetzen, und nach Füllung der Seifenblase abnehmen kann.

19. Das Wesentliche eines Eudiometers, eine in drey Maasse, und denn weiter in mehrere Grade abgetheilte Glasröhre. Unten ist eine Erweiterung zum leichtern Füllen.

20. Ein

20. Ein Maaſs zum Eudiometer, am Schluſſe der Oeffnung an der Seite mit einem Schieberchen verſehen, um es immer nur mit dergleichen Menge von Luft anzufüllen.

Zweyte Tafel.

21. Ein Kugelabſchnitt der Erdoberfläche, mit ihren gegen den Mittelpunct der Kugel zugehenden Verticallinien, und einigen horizontalen, die, genau an den zu ihnen gehörigen Verticallinien, wenig von der Kugelfläche abweichen §. 170.
22. Die Beſchleunigung des Falls in $3\frac{1}{2}$ Secunden §. 172. e.
23. Die krumme Linie des ſchiefen Wurfes und Falles §. 173. c. d.
24. Die ſinkende Linie des horizontalen Wurfs §. 175. b.
25. Das Pendul §. 172. g.
26. Das Gleichgewicht der Säulen einer Flüſſigkeit §. 176. c.
27. Der gleichhohe Stand gleicher Flüſſigkeiten in gebogenen Röhren §. 176. g.
28. Das höhere Aufſteigen im andern zärtern Schenkel der Röhre, wenn die Flüſſigkeit der Röhre anhängt §. 176. k. 192. h.
29. Das Zurückbleiben daſelbſt, wenn die Flüſſigkeit nicht anhängt §. 176. k. 195. h.
30. Ein Brunnen, durch das Beſtreben des Waſſers, die gleiche Höhe zu erreichen §. 176. i.
31. Der anatomiſche Heber §. 176. h.
32. Ungleicher Stand ungleicher Flüſſigkeiten in gebognen Röhren §. 177. a.
33. Die torricelliſche Röhre §. 177. c.
34. Der Stechheber §. 177. f.
35. Aufſteigen einer leichtern Flüſſigkeit in einer ſchwerern §. 178. e.

36. Das Schwimmen der feſten Cörper. Jedes wirkliche oder längliche Viereck in der Zeichnung, es gehöre nun zur Flüſſigkeit oder zu den vier feſten Cörpern, bedeutet einerley abſolutes Gewicht, z. B. ein Loth. Hiernach ſind die Erfolge zu beurtheilen. §. 179. a.
37. Ein Araeometer §. 179. d.
38. Auffindung des Schwerpuncts §. 182. c.
39. Unterſtützung des Schwerpunctes in einem Puncte §. 183. b.
40. Seitenfall §. 184. a.
41. Rollen der Kugel §. 184. c.
42. Vermehrte Schwere durch die Entfernung von der Unterſtützung, oder vom Ruhepuncte §. 184. f.

Dritte Tafel.

43. Gleicharmiger Hebel §. 185. b.
44. Ungleicharmiger Hebel §. 185. c.
45. Einarmiger Hebel §. 185. d.
46. Krummer Hebel §. 186. f.
47. Rad §. 187. b. d.
48. Obere Rolle §. 187. c.
49. Untere Rolle §. 187. f.
50. Flaſchenzug §. 189. e.
51. Verhältniſs der Schwere auf der ſchiefen Fläche §. 188. a.
52 und 53. Keile von verſchiednen Verhältniſſen §. 188. c. d.
54 und 55. Schrauben, ebenfalls verſchieden §. 188. e.
56. Die Anhängung der Flüſſigkeiten, und das Verhalten ſchwimmender Kugeln auf einer Flüſſigkeit, die dem Gefäſse nicht anhängt §. 192. b. 195. f. g.

57. Das

57. Das Verhalten schwimmender Kugel auf einer dem Gefäſse anhängenden Flüſſigkeit §. 192. f. g.
58. Das Weſentliche einer Luftpumpe. Der Stempel hat hier zwey Blaſenventile, die ſich öffnen, wenn er abwärts gedruckt wird. Hätte er ſie nicht, ſo wären die Hähne gleich unter dem Stiefel oder der Hauptröhre nothwendig. Hat der Stempel ſelbſt Ventile, ſo haben die beiden Hähne, die oben an den Seitenröhren vorkommen, eine eigne Einrichtung, und eröffnen, bey einer Drehung, blos die innere Communication, bey einer andern verſchlieſsen ſie ſie, und laſſen Luft von auſsen gegen den Stempel oder von ihm heraus, wodurch alſo nach Belieben die Luft unter der Glocke verdichtet oder verdünnt werden kann. Um die Verdünnung zu meſſen, iſt eine torricelliſche Röhre mit Queckſilber an der Seite angebracht. Mehreres ſ. §. 200. g — l. 203. d. f.
59. Ein Klappenventil.
60. Ein Kugelventil.
61. Ein Blaſenventil. Von den Ventilen ſ. §. 203. c.
62. Ein Heronsball §. 203. a.
63. Ein Heronsbrunnen §. 203. a.
64. Ein unterbrochner und ſpringender Heber §. 203. g.
65. Ein gewöhnlicher Heber §. 203. g.
66. Der Zug der erwärmten Luft über einer Flamme §. 203. h.
67. Das Barometer §. 203. i.

Vierte Tafel.

68. Rückprallungen unter gleichen Winkeln §. 205.
69. Sprachrohr §. 206. k.
70. Luftthermometer §. 223. b.

71. Thermometer mit Weingeiſt oder Queckſilber §. 223. c.
72. Entfernung der Lichtſtrahlen von einander in gröſsern Weiten und auf ſchiefern Flächen §. 231. g.
73. Umgekehrtes Bild der dunkeln Kammer §. 231. d.
74. Halbſchaften §. 231. c.
75. Zugleich mit den Strahlenbüſcheln vorhandne parallele, und convergirende Strahlen §. 231. g.
76. Strahlenbrechung §. 232.
77. Brechung ſchiefer paralleler (§. 234. b.),
78. Convergirender (§. 234. c. d.),
79. Divergirender Strahlen (§. 234. c. d.) in einem parallelflächigen Mittel.
80. Brechung paralleler Strahlen im convexen Glaſe §. 235. e. f.
81. Brechung paralleler Strahlen im concaven Glaſe §. 235. e. h.
82. Brechung divergirender Strahlen, die zwiſchen dem Brennpunct und dem convexen Glaſe ausgehen §. 235. k.
83. Verſchiedne Brechung convergirender Strahlen in dem Hohlglaſe §. 235. i.
84. Das ſelbſtſtändige umgekehrte Bild eines Gegenſtandes, der auſser dem Brennpunct eines convexen Glaſes ſteht, hinter demſelben §. 236.

Fünfte Tafel.

85. Rückprallung paralleler Strahlen §. 238. b.
86. Rückprallung convergirender Strahlen §. 238. c.
87. Rückprallung divergirender Strahlen von geraden Flächen §. 238. c.
88. Rückprallung convergirender Strahlen von concaven und convexen Flächen §. 239. h.

89. Rück-

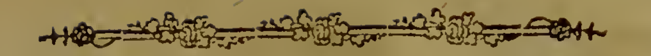
89. Rückprallung paralleler Strahlen von concaven und convexen Flächen §. 239. c.
90. Rückprallung divergirender Strahlen von concaven und convexen Flächen. In Beziehung auf die letzteren zeigt ſich ein eingebildeter Brennpunct §. 239. d. e. g.
91. Formirung eines ſelbſtſtändigen Bildes durch einen Hohlſpiegel §. 239. f.
92. Farbenbild durchs Priſma §. 241. a.
93. Daſſelbe getheilt §. 241. c.
94. Vergröſserung des Sehewinkels durch convexe Linſen §. 246. b. i.
95. Verſchiedner Sehewinkel gegen das ſelbſtſtändige Bild hinter dem convexen Glaſe §. 245. c. 246. c.
96. Sehen der Bilder im Planſpiegel §. 246. e.
97. Sehen der Bilder im erhabnen Spiegel §. 246. f.
98. Sehen der Bilder im Hohlſpiegel §. 246. f.
99. Eine Electriſirmaſchine mit einer Glaskugel, zwey iſolirten Conductoren, und dem verſchiednen Lichte ihrer Spitzen §. 253. d. 252. c.
100. Anzeiger, die durch die einſtrömende Electricität des Küſſens einander ſtoſsen §. 253. h.
101. Anzeiger, die durch die ausſtrömende Electricität des eigentlichen Conductors einander treiben §. 253. h.
102 — 107. Lichterſcheinungen im luftleeren Raume, wie ſie nach den verſchiednen Electricitäten der Conductoren erfolgen müſſen §. 252. c. — Fig. 106. und 107. zeigen nur einzelne Beyſpiele in ihrer Art, deren Umkehrung am andern Conductor man ſich vorſtellen kann.

Sechste Tafel.

108. Der electriſirte Stab mit ungleichen Wirkungskreiſen §. 254. a.

109. Eine geladene Glasplatte §. 255. a.
110. Eine geladene Luftſcheibe §. 255. i.
111. Eine Leidner Flaſche §. 255. a. 258. i.
112. Eine Abänderung derſelben mit dem Lichte während der Ladung §. 255. f.
113. Ein beweglicher Auslader §. 255. g.
114. Ein ſtehender Auslader §. 255. g.
115. Ein Electrophor vor der Berührung §. 258. b.
116. Ein Electrophor nach der Berührung §. 258. i.
117. Ein Electrophor nach der Berührung aufgehoben §. 258. i. Alle dieſe Electrophore ſind nach Vorausſetzung der Strömung von Harz, der letztere iſt mit Schnuren, die erſtern ſind mit iſolirenden Stäben verſehen.
118. Ein länglicher Magnet, an dem Pole, Meridiane und Aequator zu unterſcheiden ſind §. 261. b.
119. Abſtoſsen der Südpole §. 261. e. 266. b.
120. Abſtoſsen der Nordpole. §. 261. e. 266. b.
121. Anziehen der ungleichnamigen Pole §. 261. d.
122. Magnetiſche Anzeiger §. 266. c.
123. Natürlicher armirter Magnet §. 262. a.
124. Künſtlicher Hufeiſenmagnet mit dem Anſatz §. 262. e.
125. Künſtlicher Magnet, aus Stäben §. 262. e.
126. Künſtlicher Magnetbüſchel §. 262. e.
127. Europäiſche Magnetnadel §. 262. f.
128. Chineſiſche Magnetnadel §. 262. f.
129. Magnetiſcher Mittelpunct, und Inclinationen §. 266. e.
130. Gang der Strömung des Erdmagnetiſmus durch magnetiſirtes Eiſen beym Fortſetzen des einfachen Strichs §. 262. b. §. 266. d.

Regi-



Register.

A.

Dephlo-

F.

Färbun-

Fixe

G.

H.

Hebel

I.

K.

Küchen-

L.

M.

Metal-

O.

P.

Phos.

Schwer-

Son-

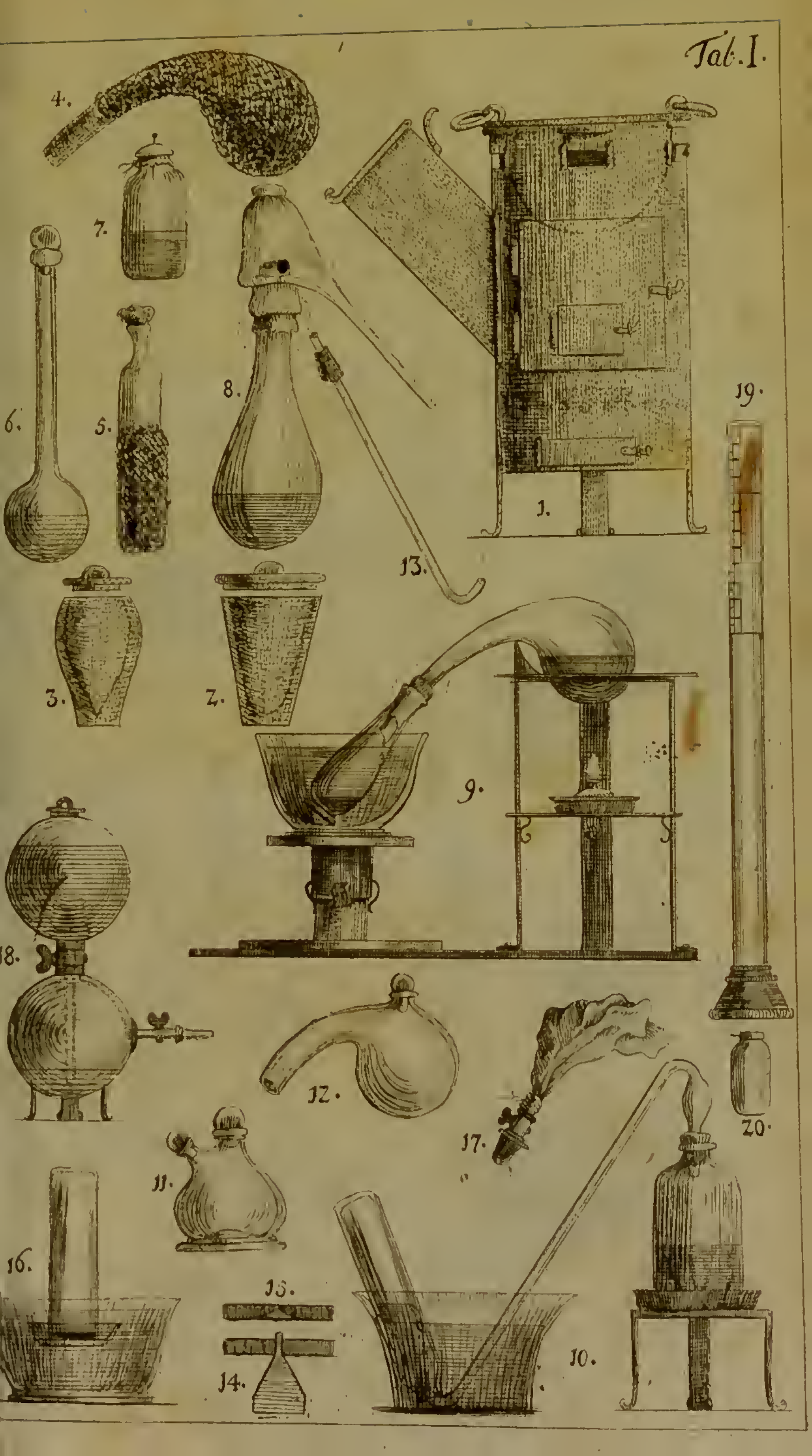
T.

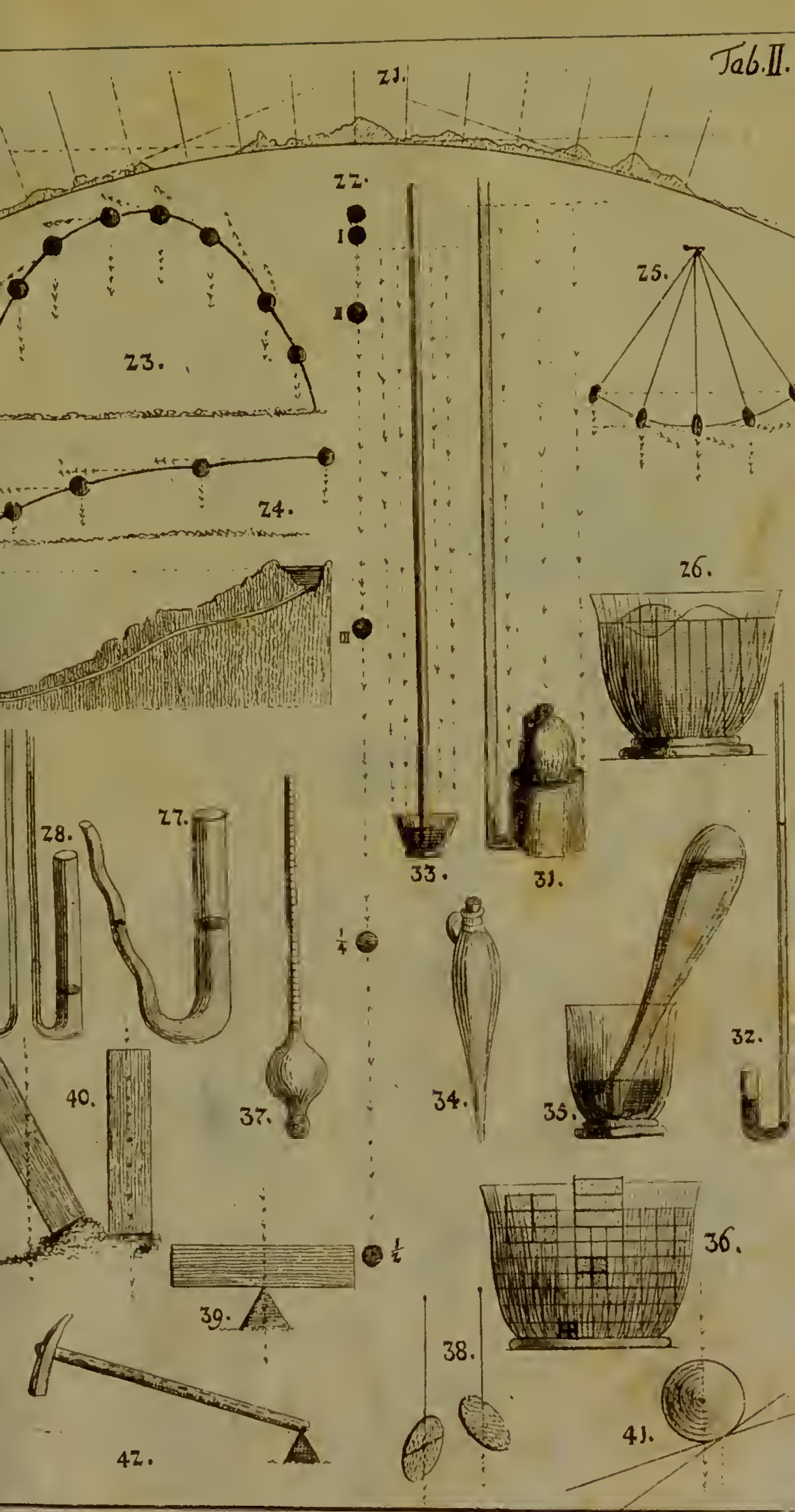
U.

V.

W.

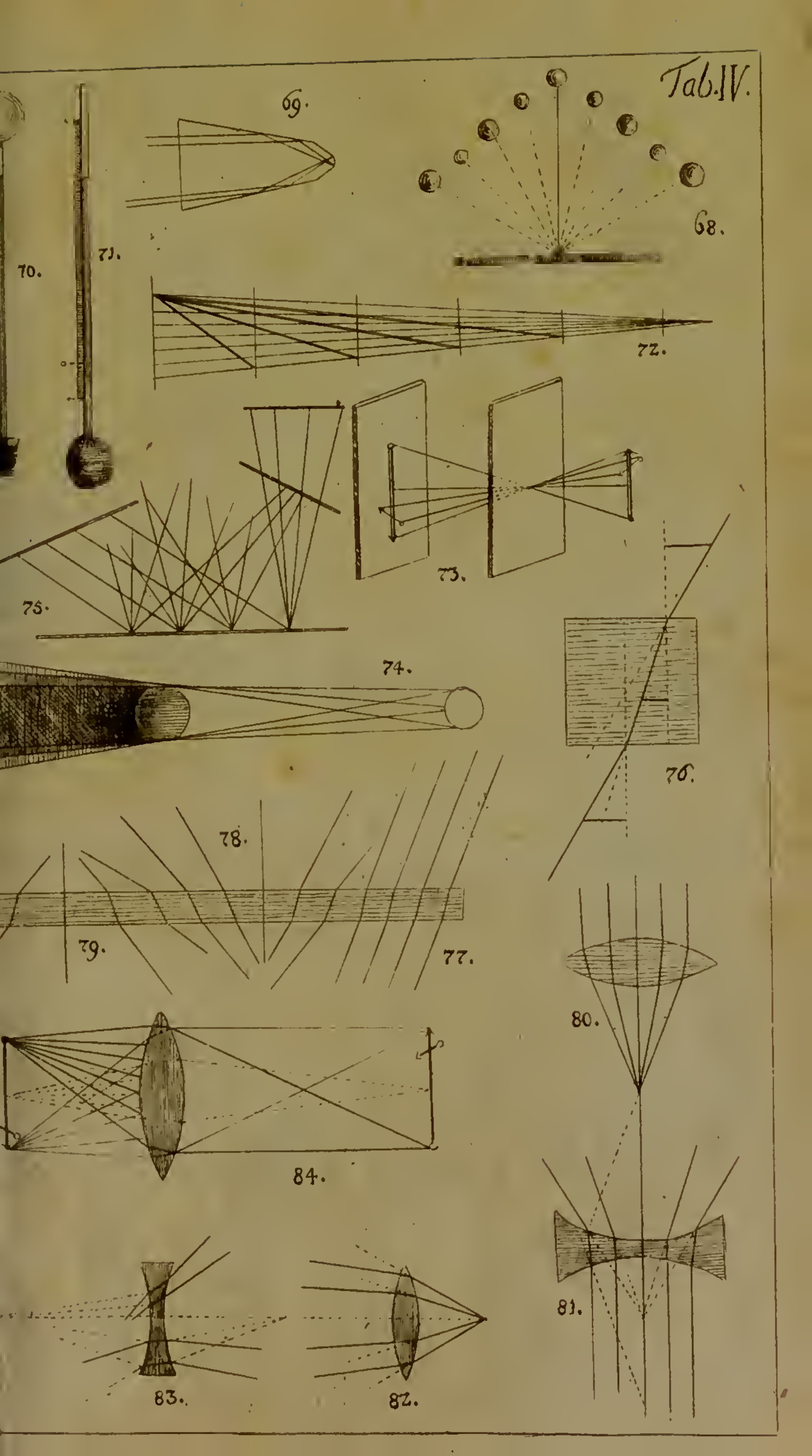
Druck-

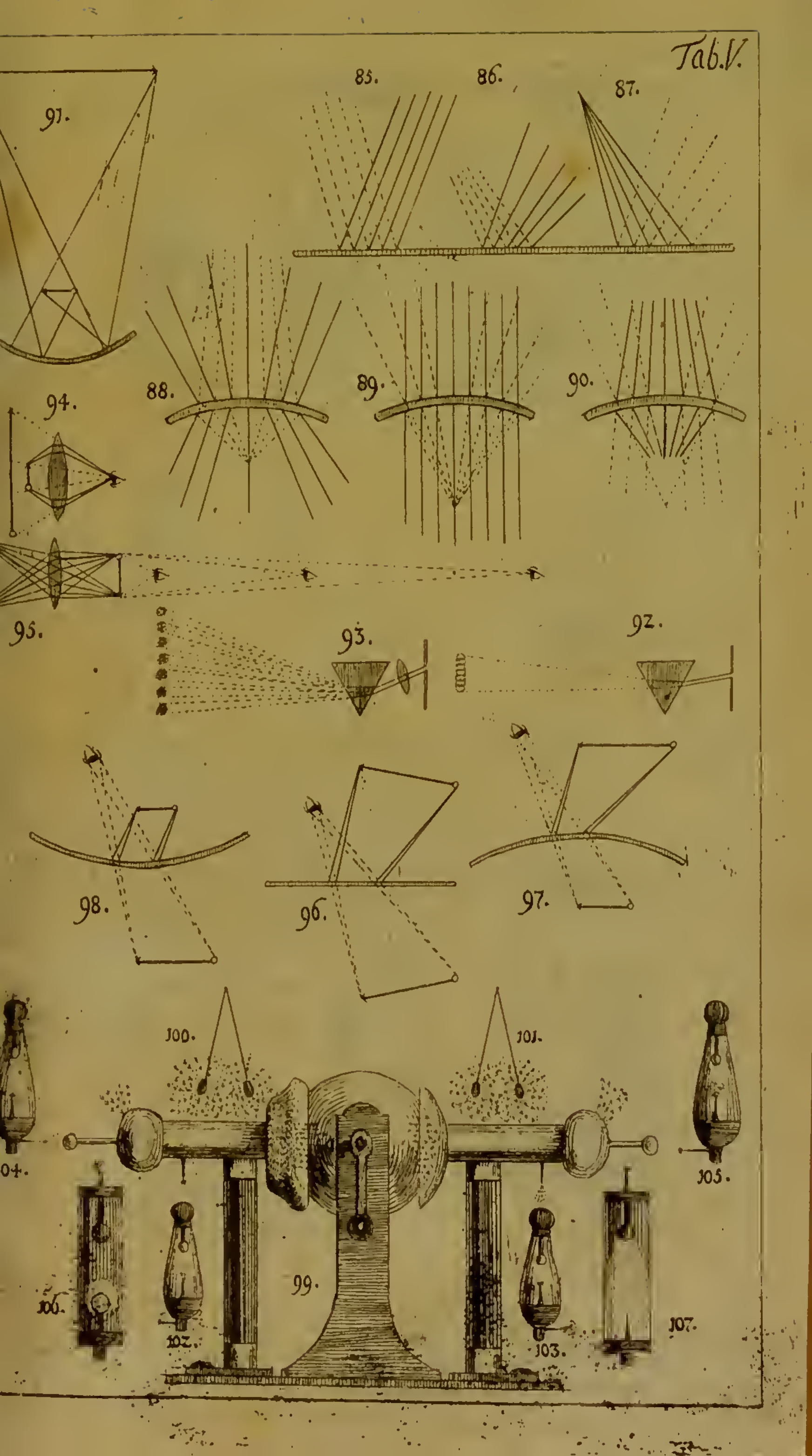

Tab. I.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.

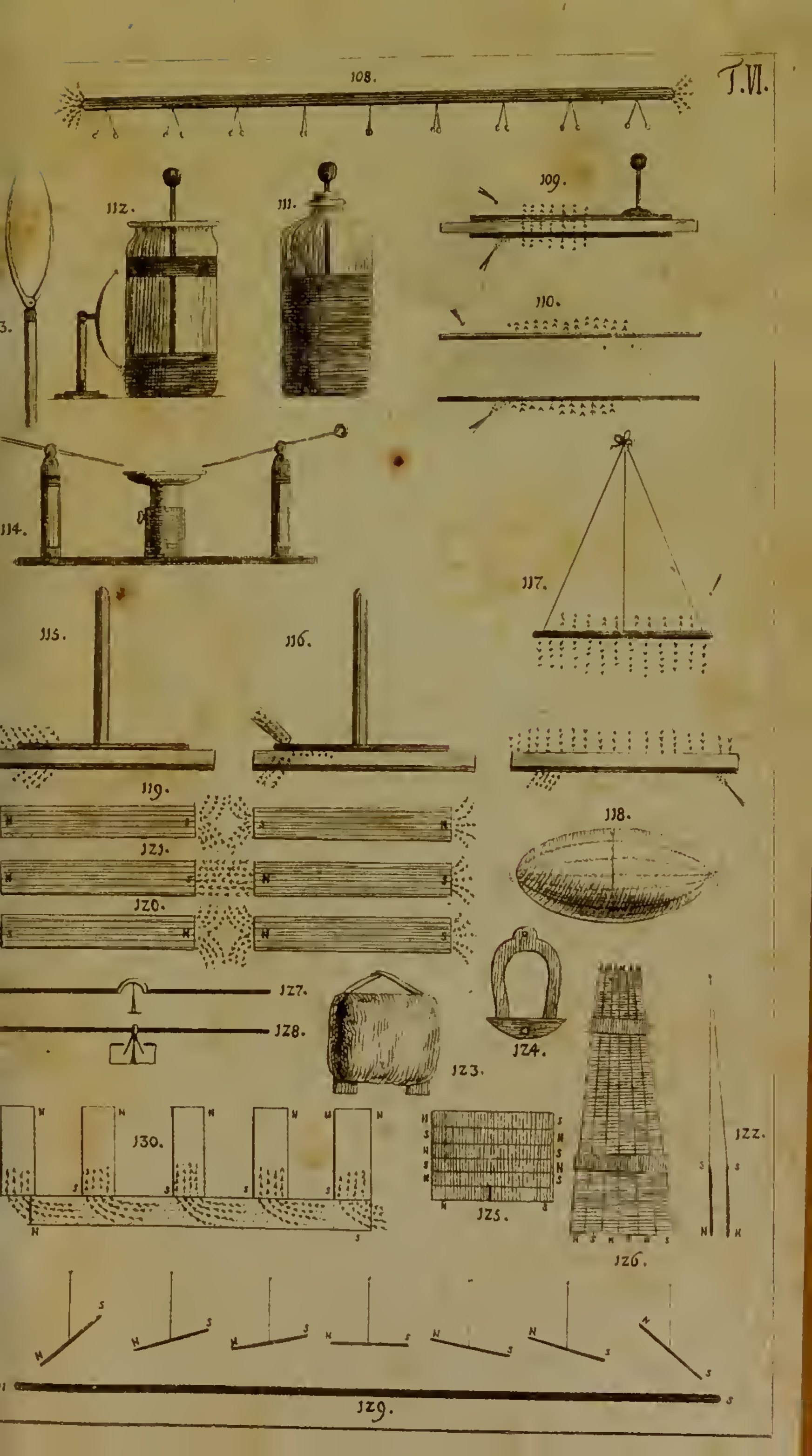

Tab. II.
21.
22.
I
II
III
1/4
1/2
23.
24.
25.
26.
27.
28.
31.
32.
33.
34.
35.
36.
37.
38.
39.
40.
41.
42.



Tab.III.
43.
44.
45.
46.
47.
48.
49.
50.
51.
52.
53.
54.
55.
56.
57.
58.
59.
60.
61.
62.
63.
64.
65.
66.
67.


Tab. IV.
69.
68.
70.
71.
72.
73.
75.
74.
76.
78.
79.
77.
80.
84.
81.
83.
82.


Tab.V.
85.
86.
87.
91.
88.
89.
90.
94.
95.
93.
92.
98.
96.
97.
100.
101.
104.
105.
106.
102.
99.
103.
107.


T.VI.
108.
109.
110.
111.
112.
114.
115.
116.
117.
118.
119.
120.
121.
122.
123.
124.
125.
126.
127.
128.
129.
130.